

Nota del traduttore

Era l'autunno del 94 o del 95, non ricordo bene; mi trovavo a Denver per un appuntamento di lavoro. Ero arrivato il sabato sera, e l'appuntamento era per il lunedì. Così domenica mattina ho affittato un'automobile e me ne sono andato a zonzo. Naturalmente dopo nemmeno un'ora sono capitato all'aeroporto dell'aviazione generale: qualcosa più o meno come Milano Linate.

Tutto attorno alla zona aeroportuale c'erano diversi flying club, ed ognuno aveva il suo bar, ristorante e il solito negozietto di articoli per piloti. Entro in uno di questi, e capisco subito che ci sarei rimasto per almeno un'oretta. Quanto ben di Dio! Ho cominciato ad ammucchiare sul bancone un bellissimo cosciale (che uso ancora), le solite lampade tascabili in alluminio, carte, libri, occhiali per l'addestramento IFR: insomma un mucchio di cose, che fra l'altro là costano una sciocchezza.

Ad un certo punto noto una pila di libri dalla copertina azzurrognola, appoggiati sul pavimento proprio vicino alla cassa. Ne prendo distrattamente uno, do un'occhiata e faccio per riporlo: un libro come tanti altri. A questo punto, il negoziante, che era rimasto lì a guardarmi da almeno venti minuti senza spiacciare parola mi fa: "Ce l'ha già, o non sa cos'è quel libro?".

Io lo guardo stupito, un po' per il tenore della domanda, un po' perché sospettavo che non avesse il dono della parola. "No, non so cos'è" gli dico.

"Quello è il libro che ogni pilota, in America, tiene sulla mensola del caminetto: è il miglior libro sul volo che sia mai stato scritto!".

Guardo il volume con un po' di attenzione. Soprattutto guardo il prezzo, che è assolutamente abbordabile. Così anche quel libro finisce nel carrello della spesa. Mi sembrava che il negoziante avesse fatto un tale sforzo a parlare con un estraneo, che si meritava quel piccolo riconoscimento.

Confesso che, tornato in Italia, il libro è rimasto su uno scaffale per un paio d'anni, quando un bel giorno è finito nel mucchio di robe che si mettono in valigia quando si va in montagna d'inverno.

Senonché capita che mi faccio male ad una gamba, e mentre la famiglia se ne va a sciare, io resto a casa ad annoiarmi. Finché mi viene in mente il famoso libro azzurro, e comincio a leggerlo. Dopo due capitoli, ho cominciato a pensare che era un peccato che non esistesse in italiano. Dopo quattro ho smesso di leggerlo, ho ricominciato dal capitolo 1e mi sono messo a tradurlo.

Lavorandoci a tempo perso, il mio lavoro è durato giusto un anno. Devo dire che è il migliore libro sul volo che abbia mai letto. È stato scritto dalla fine degli anni '30 agli anni '50, e si riferisce quindi ad apparecchi per l'addestramento primario di prestazioni e potenze decisamente inferiori a quelli attuali: però l'autore si riferisce a macchine che avevano press'a poco le prestazioni dei moderni ultraleggeri a 3 assi. Quindi ne raccomando la lettura a tutti i piloti: dall'ultraleggero evoluto al jet di linea. Non pensate di trovare nel libro cose che non sapete già: se avete studiato il Trebbi quando avete dato l'esame, qui non c'è niente di nuovo per voi. Però le cose che si sanno già qui sono esposte in un modo diverso, così vivo e reale che la lettura è appassionante, e soprattutto il libro vi aiuterà ad "interiorizzare" certi concetti come nessun manuale, almeno che io conosca, può fare.

Troverete i primi capitoli ripetitivi e forse noiosi: tutto quell'insistere sul concetto dell'incidenza ha qualche cosa di maniacale. Fidatevi. La prima volta che vi capiterà un *windshear* quando siete in corto finale forse vi troverete a ringraziare quel vecchio matto di americano. E magari anche quell'altro matto di italiano che si è preso la briga di tradurre il manuale di volo più bello del mondo.

Arsenio Viterbo.

Liberatevi dell'idea che l'aeroplano sia soltanto una specie di automobile che vola. Non è vero. Potrà anche sembrare qualcosa del genere, o averne l'odore, o avere gli interni fatti in modo da assomigliarvi; ma c'è una differenza: l'aeroplano va perché ha le ali.

E un'ala è una cosa strana, che fa cose strane, difficile da capire, complicata da gestire. Sotto molti punti di vista, il comportamento di un'ala è esattamente il contrario del senso comune. Quando si vola è prudente stare alti, pericoloso essere bassi; è prudente andare veloci, pericoloso andare lenti. In linea generale, se volete che l'aereo salga, puntate il muso verso l'alto; ma esagerate solo un poco nel puntarlo in alto, e andrete giù in stallo o in vite. Quando si atterra, per far sì che l'aereo si appoggi alla pista e soprattutto che vi rimanga aderente, voi azionate i comandi come per fare una ripida impennata. Durante una planata, se volete scendere con un angolo più ripido, dovete puntare il muso dell'aereo secondo un angolo meno ripido; se invece volete scendere meno rapidamente, voi puntate il muso ancora più in giù! E (questa è la contraddizione più eclatante di tutte) durante le emergenze, quando l'aereo sta precipitando a terra come un sasso, o cadendo in stallo o in vite, e voi temete di schiantarvi al suolo, l'unica maniera per evitare di fracassarsi è puntare il muso in giù, e buttarsi verso la terra, come se ci si volesse veramente schiantare!

E' in gran parte questa contraddittorietà dell'aeroplano che rende il volo così difficile da imparare. Perché imparare a volare è difficile, lasciate pure che altri dicano diversamente. Il numero di incidenti lo prova, come pure il numero di persone non ammesse alle scuole di volo, o espulse dai corsi per mancanza di attitudine. Ciò che rende il volo così difficile è che le reazioni istintive del pilota - cioè le sue reazioni fisiche e mentali più profonde - lo indurranno a fare esattamente la cosa sbagliata. Nell'imparare altre attività assimilabili al pilotaggio (andare a vela, per esempio) attitudini, mentalità, riflessi devono essere sviluppati in un campo psicologico vergine. Nell'apprendere l'arte del pilotaggio, atteggiamenti accuratamente acquisiti e idee profondamente radicate debbono venire dimenticate e del tutto cancellate dalla mente, o addirittura venire rovesciate!

Ed è in larga misura a causa di questa differenza rispetto al senso comune che un normale aeroplano a volte richiede audacia e nervi da parte del pilota. Anche in questo caso, lasciate pure che gli altri dicano diversamente. In volo ci sono situazioni in cui chi si arrende, chi indietreggia è perduto. L'esempio più lampante è la rimessa da uno stallo a bassa quota - buttare il volantino in avanti e puntare il muso a terra: per far questo ci vuole coraggio, c'è poco da dire. Ma ci sono molti altri casi. Uno dei manuali ministeriali di addestramento al volo sancisce che il pilota deve imparare a non confidare nel proprio istinto di conservazione, ma a sostituirlo con reazioni accuratamente acquisite. Questo è solo un modo molto fine per dire che ci vuole del fegato.

Da quanto abbiamo detto fin qui potrebbe sembrare che imparare a volare sui normali aerei sia soprattutto questione di esercizio,

come quando si addestrano gli animali e si fa sì che un cane non mangi quando vuole mangiare, o che salti il cerchio di fuoco anche se non ne ha voglia. E in effetti, c'è molto dell'arte di addomesticare gli animali nei nostri metodi di addestramento al volo, e necessariamente, almeno per ora. Infatti nessuno può andare con facilità contro il senso comune, contro i propri istinti più profondamente radicati, se non con l'addestramento, con un duro addestramento.

Ma si può vedere il problema anche da un'altra angolazione. Potrebbe essere che il senso comune e le nostre reazioni naturali ci portino fuori strada solo perché sono fondati su idee sbagliate che abbiamo in testa a riguardo dell'ala e del come questa effettivamente vola, riguardo ai comandi e a come questi effettivamente funzionano ed agiscono. L'aeroplano, in fin dei conti, è una macchina: obbedisce quindi alle normali leggi della fisica. Il suo funzionamento non può essere effettivamente contrario al buon senso. L'ala è semplice, semplice come altre grandi invenzioni dell'uomo, la ruota, la barca, la leva; ma al contrario di queste l'ala è recente, e non è ancora acquisita in modo naturale per noi di questa generazione.

Forse quello che oggi combina il pilota principiante quando reagisce malamente ai comandi di un aeroplano è simile a ciò che accadeva ai primi giorni dell'era dell'automobile, quando l'autista in una frenata di emergenza tirava indietro il volante come se avesse delle briglie, magari gridando "Iiih". Non c'era niente di sbagliato nelle sue reazioni come pure nelle sue intenzioni; l'unica cosa sbagliata era il suo modello mentale, che gli faceva vedere l'automobile come una sorta di cavallo meccanico, da condurre quindi come vanno condotti i cavalli. Se avesse capito fino in fondo quell'insieme meccanico che noi ora diamo per scontato - la frizione che separa il motore dalla trasmissione, i freni che mordono la ruota - avrebbe chiaramente percepito che la cosa era una macchina e che proprio non aveva un'anima, neppure un'anima da cavallo, e che quindi era perfettamente inutile parlarle; bene, in quel caso avrebbe fatto la cosa giusta senza alcuna difficoltà. Ora può darsi che, se noi soltanto potessimo capire l'ala con sufficiente chiarezza, se potessimo vedere con sufficiente evidenza il suo modo di funzionare, questa non ci sembrerebbe più comportarsi al contrario del buon senso: noi ci aspetteremmo che essa si comporti come effettivamente si comporta. Allora noi potremmo semplicemente seguire i nostri impulsi e le nostre reazioni istintive. Voliamo in larga misura per mezzo delle nostre capacità di astrazione: se il nostro modello mentale dell'aeroplano è corretto, il nostro comportamento sull'aereo sarà pure corretto, senza sforzo e con naturalezza.

Questo sforzo di capire il perché un aeroplano vola viene a volte chiamato "Teoria del Volo". Sotto questo nome, esso ha una pessima reputazione fra i piloti. Molti piloti infatti pensano che la teoria non ha utilità effettiva, e che quel che conta è la pratica. Tuttavia non si può fare a meno della teoria: qualsiasi cosa facciate, pelare patate o pilotare aeroplani, voi lo fate sulla base di alcuni modelli mentali di quello che accade, e questi sono "la teoria". E se i vostri modelli mentali sono corretti, quello che fate vi riesce bene.

L'aspetto negativo della "Teoria del Volo" dal punto di vista del pilota, non è tanto che si tratta di teoria. L'errore sta nel

fatto che si tratta della teoria della cosa sbagliata: di solito si tratta della teoria di come si costruisce un aeroplano, piuttosto che della teoria del perché questo vola. Questa teoria approfondisce (molto di più del necessario rispetto alle esigenze di un pilota) i problemi dell'aerodinamica, magari fornisce al pilota la formula con cui calcolarsi la portanza! Tuttavia trascura quelle fasi del volo che al pilota interessano di più. La teoria spesso trascura di mostrare al pilota la cosa più importante dell'arte del pilotaggio: l'Angolo di Incidenza, e come questo vari col variare delle condizioni di volo. E normalmente la teoria trascura di dare all'allievo una chiara percezione delle diverse condizioni di volo in cui un aeroplano può viaggiare, dal volo veloce alla caduta allo stallo. Tutto questo libro, e specialmente i suoi primi capitoli, sono un tentativo di rimettere nella giusta luce la "Teoria del Volo", al di fuori di aspetti che il pilota non ha necessità di conoscere, e puntando invece su ciò che veramente lo assilla quando è in volo.

Capitolo 1

COME VOLA L'ALA

Esattamente in questo momento, migliaia di persone, cercando di imparare a volare, stanno sprecando migliaia di ore di volo per la semplice ragione che non sono in grado di capire perché un aeroplano vola, perché non vedono l'unico fenomeno che spiega pressoché tutto ciò che stanno facendo, perché mancano di quella chiave che è in grado di schiudere, in un sol colpo, la maggior parte dei segreti dell'arte del volo.

Nei manuali di addestramento, si parla di questa cosa sotto il nome di Angolo di Incidenza. L'Angolo di Incidenza è, *tout court*, la teoria del volo. Se avessimo soltanto due ore per spiegare l'aeroplano ad un allievo pilota, l'Angolo di Incidenza è ciò che dovremmo spiegargli. Esso rappresenta, alla lettera, tutto ciò che occorre sapere sul volo: spiega tutto sulla salita, la planata e il volo livellato, spiega quasi tutto a proposito della virata, praticamente tutto sullo stallo normale, sullo stallo con assetto cabrato, sulla vite. Scioglie il mistero a proposito di manovre come l'avvicinamento ad assetto cabrato assistito dal motore, è la spiegazione dell'atterraggio. Nessuna manovra può essere capita fino in fondo, se non si capisce questa unica cosa: l'Angolo di Incidenza. Una volta capito, potremo non essere ancora capaci di volare bene, potremo essere ancora impacciati a manovrare coordinatamente barra e pedaliera. Occhi, orecchie e riflessi potranno ancora essere un po' lenti, tuttavia capiremo il volo e non ci confonderemo, saremo in grado di visualizzare le azioni da intraprendere, saremo in grado di darci ragione dei nostri errori, e alla fine ce la faremo.

Capire l'Angolo di Incidenza, tuttavia, richiede un vero e proprio sforzo mentale. Esiste un solo sistema per capire con facilità cose nuove e sconosciute: il confronto con cose già note. E' possibile capire il funzionamento di un'elica a passo variabile pensando al cambio di un'automobile; l'elica stessa, al limite, può essere paragonata ad una vite; il timone dell'aereo con quello della barca. Ma l'ala è l'unica cosa dell'aeroplano che è assolutamente inedita e specifica dei soli aeroplani. Per questa ragione l'angolo di Incidenza non ha riferimenti analoghi nella vita di tutti i giorni.

Per iniziare, diciamo cosa *non* è l'Angolo di Incidenza, dato che il termine è spesso usato in modo erraneo. L'Angolo di Incidenza *non* è l'angolo fra l'asse longitudinale dell'aereo e l'orizzonte; non è l'angolo al quale la fusoliera *punta*, sia verso l'alto che verso il basso. I piloti a volte usano il termine con questo significato. Il termine da usarsi in questo caso è assetto: assetto cabrato, assetto livellato, assetto a scendere o a picchiare. La differenza è importante, perché un aereo può avere un assetto a picchiare, e tuttavia trovarsi ad un elevato angolo di incidenza, come ad esempio durante una vite. Oppure, un aereo può trovarsi con assetto fortemente cabrato, e tuttavia ad un basso angolo di incidenza, come dopo una richiamata ad alta velocità.

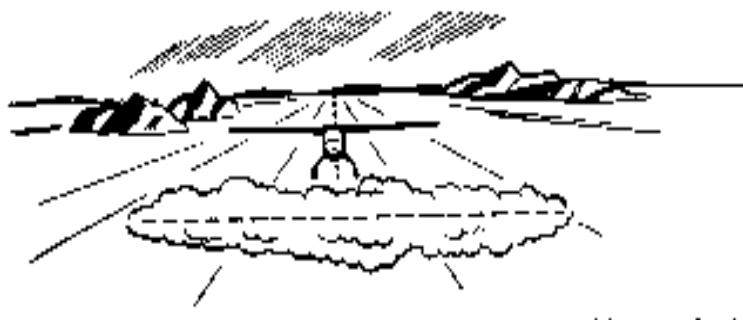
L'angolo di incidenza non è neppure quello secondo il quale le ali sono montate rispetto all'asse longitudinale dell'aereo. Questo infatti è l'angolo di calettamento, e non interessa al pilota più di tanto, perché è fissato dal progettista all'atto della progettazione dell'aereo, e il pilota non ha nessun potere al riguardo. In più, nella maggior parte degli aerei, l'angolo di calettamento è piccolo al punto da essere trascurabile: uno o due gradi o addirittura zero. Per questa ragione, nel seguito di questo testo, l'angolo di calettamento verrà in genere trascurato; noi assumeremo che l'aeroplano di cui ci occupiamo sia stato costruito con angolo di calettamento nullo.

Fin qui abbiamo detto ciò che l'angolo di incidenza *non* è. Parliamo ora di ciò *che* è: e questo concetto voi lo dovete rimuginare, schizzare su un pezzo di carta, mimarlo con le mani, provarlo in volo: il tutto finché non diviene completamente chiaro e familiare. *L'angolo di incidenza è l'angolo con il quale l'ala incontra l'aria.*

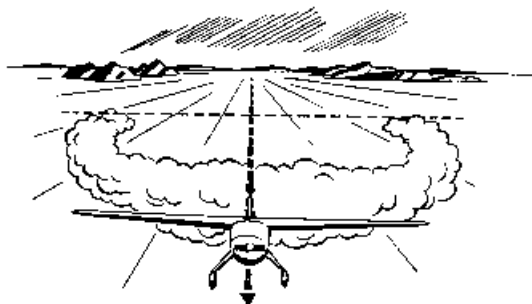
DIMENTICATE IL TEOREMA DI BERNOUILLI

L'angolo con il quale l'ala incontra l'aria: cosa vuol dire? Per capire questo concetto, dobbiamo rifarci all'idea di base che spiega il perché un'ala vola, ovvero come la portanza viene a crearsi. Quando abbiamo studiato l'aerodinamica al corso di teoria, probabilmente ci hanno propinato un bel po' di elaborati concetti riguardanti l'ala di un aeroplano e come questa genera la portanza. All'atto pratico, come piloti, possiamo dimenticarci della maggior parte di quei concetti. Forse ci ricordiamo del Teorema di Bernouilli: come l'aria, scorrendo velocemente sulla superficie allungata del dorso dell'ala, deve aumentare la sua velocità, e come, aumentando la sua velocità, perda parte della sua pressione, e quindi per questo si crei una depressione sulla superficie superiore dell'ala. Dimenticatelo. In primo luogo perché il Teorema di Bernouilli non è veramente esplicativo (la spiegazione è più complicata del problema!). In secondo luogo, il Teorema di Bernouilli non ci è di nessun aiuto quando siamo in volo. Se per un verso esso è senza dubbio vero, per l'altro serve, di norma, a nascondere agli occhi del pilota certi altri aspetti che sono molto più semplici, molto più importanti, molto più di aiuto quando si vola.

Forse ricordiamo anche un altro finissimo concetto, quello dei flussi aerodinamici: come (in parole semplici)



L'aereo sostiene se stesso in alto premendo l'aria in basso. Se si potesse disporre una nuvola di fumo lungo il percorso di un aereo...



... l'aereo, volando su di essa, lo premerebbe visibilmente in basso.

l'aria scorre attorno all'ala, verso l'estremità alare al di sotto della superficie inferiore, e all'indietro verso la radice dell'ala sulla sua superficie superiore, e come, in questo modo, si genera portanza. Dimentichiamoci anche questo. Tutto ciò infatti è senza dubbio vero, però non è un concetto pratico per il pilota: è un concetto utile per gli ingegneri. A un pilota non serve: potrebbe addirittura essere dannoso se arrivasse a nascondere quelli che sono i più semplici e più fondamentali aspetti del volo.

Il fatto fondamentale che interessa tutti gli aeromobili più pesanti dell'aria è questo: *l'ala sostiene in alto l'aeroplano perché spinge l'aria verso il basso.*

L'ala devia l'aria verso il basso con la sua superficie inferiore, e la aspira verso il basso con la sua superficie dorsale; quest'ultima azione è la più significativa. Ma la cosa veramente importante da capire è che l'ala, in ogni caso, fa in modo che l'aria vada in giù. Esercitando questa forza verso il basso, l'ala riceve una spinta di reazione verso l'alto, per il medesimo principio, noto come Principio di azione e reazione di Newton, che fa rinculare un fucile nel momento in cui questo scaglia la pallottola in avanti, o che spinge con tanta forza all'indietro la bocca dell'idrante verso il pompiere, quando questo dirige in avanti il getto d'acqua. L'aria ha un suo peso: al livello del mare pesa circa un chilogrammo per metro cubo, perciò, quando l'ala impartisce una spinta verso il basso a un metro cubo dietro l'altro di questa materia pesante, ne riceve una forza di reazione verso l'alto in pari misura.

Questo è ciò che tiene su un aereo. La legge di Newton dice che, se l'ala spinge l'aria in basso, l'aria deve spingere l'ala in alto. Si può vedere la cosa anche da un altro punto di vista: dato che l'ala sostiene l'aeroplano nell'aria fluida e cedevole, ciò può essere solo in quanto l'aria viene premuta verso il basso. Tutti gli elaborati argomenti del teorema di Bernouilli, tutta la rarefatta matematica sulla circolazione dell'aria, tutti i diagrammi che mostrano il flusso aerodinamico di un'ala: bene, tutto ciò non è che una elaborata e dettagliata descrizione sul come la legge di Newton si esplica, come ad esempio l'osservazione, indubitabilmente interessante ma (dal punto di vista del pilota) assolutamente senza utilità pratica, che l'ala realizza la maggior parte della propria azione di deviare l'aria verso il basso per mezzo di una de-

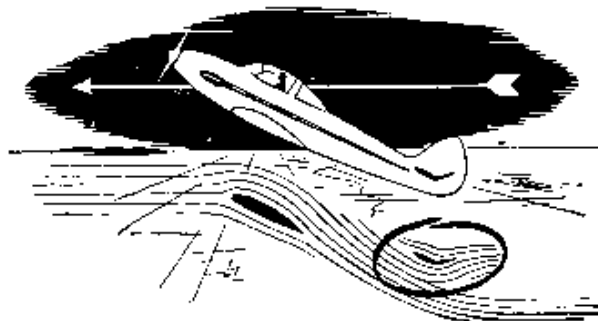
pressione esercitata con la superficie dorsale. Cercare di capire il pilotaggio degli aerei concentrandosi su Bernouilli o Prandtl è come cercare di afferrare il movimento del tennis studiando esattamente come le molecole di gomma si comportano quando la pallina batte contro la superficie del campo o come le corde della racchetta agiscono quando colpiscono la palla, invece di osservare che questa semplicemente rimbalza!

IL PIANO INCLINATO

Così, se dimentichiamo un po' di questo eccessivo nozionismo, l'ala diventa assai più facile da capire: in ultima analisi questa non è che un deflettore dell'aria. Essa è un piano inclinato, adeguatamente curvato ed finemente sagomato, ma è sempre un piano inclinato. Questa è la ragione per cui, dopo tutto, il termine contratto che identifica il nostro affascinante oggetto è aero-piano.

È il piano che fa parte dell'aeroplano che noi dobbiamo capire.

Questo piano è inclinato in modo tale che, quando si muove nell'aria, esso incontra l'aria secondo un angolo e per questa ragione la devia verso il basso, in una maniera grossomodo simile a quella di uno spazzaneve che, avanzando contro la neve, la sposta lateralmente. E l'angolo secondo il quale è inclinato, l'angolo secondo il quale incontra l'aria, è per ogni pilota la cosa più importante del volo: quello infatti è l'angolo di incidenza.



Volo lento. La freccia bianca mostra la direzione del volo. L'angolo di incidenza è elevato e la deviazione dell'aria verso il basso avviene bruscamente secondo un angolo accentuato. Lo stabilizzatore flessibile verso l'alto (il pilota tiene il volantino indietro) mantiene l'aereo ad un'elevata incidenza.

VOLARE PER CREDERE

Per meglio visualizzare l'angolo di incidenza, la cosa migliore è prendere l'aereo ed eseguire in volo un semplice esperimento. Supponiamo di volare per un paio di minuti dritti e livellati, trimmando accuratamente l'aereo, per esempio, a 2.100 giri. Quando tutti i parametri sono stabilizzati, riduciamo la potenza a circa 1.400 giri e, da quel momento, facciamo tutto il possibile per mantenere la stessa quota.

Su cento allievi a cui potreste fare questa domanda, ottanta vi direbbero che è impossibile! Direbbero che l'aeroplano

andrebbe semplicemente in stallo, cosa che dimostra che qualcosa non va nel nostro addestramento al volo, che noi lasciamo maneggiare agli allievi un apparecchio di cui essi non capiscono la cosa più importante. Perché, in effetti, il volo livellato con potenza estremamente ridotta è facile da eseguire. Con il sedile anteriore vuoto, la maggior parte degli aerei da addestramento può mantenere senza difficoltà il volo livellato a circa due terzi della usuale potenza di crociera. Tutto quel che dobbiamo fare è mantenere il muso in alto esercitando una pressione verso l'indietro sulla barra. Così facendo procederemo a velocità molto bassa, ad assetto cabrato. L'aereo punta in alto come se volesse salire, ma la sua traiettoria di volo rimane orizzontale.

Questa è una condizione di volo molto interessante. Essa infatti è una dimostrazione lampante del più importante dei fattori che governano il volo: l'angolo di incidenza. L'angolo di incidenza può anche essere definito come la differenza fra la direzione in cui l'aeroplano punta e quella (sul piano verticale) in cui esso effettivamente si dirige. I piloti chiamano questa condizione di volo "mushing". Un ingegnere la chiamerebbe semplicemente "volo ad elevato angolo di incidenza". In ogni modo, uno non è un vero pilota finché non ha capito (con sensazioni dirette e esperienze pratiche, oppure col ragionamento e provando) che è perfettamente possibile ed è corretto per l'aeroplano procedere in quel modo. È vero, l'aeroplano è prossimo alla situazione di stallo, ma non è in stallo, e potrebbe volare in quel modo indefinitamente, tranne per il fatto che per alcuni modelli il motore potrebbe gradualmente surriscaldarsi.

MUSHING?

Di fatto, si potrebbe quasi dire che questo è il modo normale in cui un aereo vola. Esso costituisce soltanto una dimostrazione estrema ed macroscopica del modo in cui esso vola sempre e comunque. Un aeroplano infatti vola sempre con assetto cabrato, ossia puntando un po' più in alto rispetto a dove effettivamente va. O per lo meno, l'ala dell'aereo lo fa: se non fosse così, non avrebbe alcun angolo di incidenza. E se l'incidenza fosse nulla, l'ala non devierebbe l'aria verso il basso, e se non ci fosse spostamento di aria verso il basso, non potrebbe esservi produzione di portanza. Ad andature veloci, l'angolo di incidenza è assai modesto. Nel volo lento, un piccolo angolo di incidenza non produrrebbe sufficiente portanza per il sostentamento in aria dell'aeroplano. Ciò perché, a bassa velocità, l'ala impatta una modesta massa d'aria per unità di tempo; per tale ragione, al fine di produrre una portanza sufficiente a sostentare l'aereo, l'aria deve venire deviata più accentuatamente verso il basso, e per fare questo bisogna aumentare l'angolo di incidenza dell'ala, e il pilota raggiunge questo scopo tenendo indietro la barra. Tuttavia non c'è reale differenza fra il volo veloce e il volo lento, con un'andatura cabrata, *mushing*, appunto. L'unica differenza sta in questo: in condizioni normali di volo, l'angolo di incidenza è così picco-

lo che l'allievo pilota non percepisce la sua esistenza; nel volo lento, l'incidenza è così accentuata che anche l'allievo percepisce senza difficoltà quel che effettivamente succede. Egli si accorge che l'aeroplano non va nella direzione in cui punta, e che c'è una componente di caduta verso il basso nella sua traiettoria. Questo probabilmente lo sconcerterà: "Accidenti - penserò - sto cadendo! Cosa fare ora?" In realtà non c'è proprio nulla di anormale, proprio nulla di sbagliato. L'allievo sta semplicemente capendo per la prima volta gli aspetti basilari del volo.

Noteremo anche che, volando ad angoli di incidenza così elevati, le sensazioni di risposta sui comandi sono assai diverse che non nel volo a normali velocità di crociera. La risposta che viene dagli alettoni è debole ed incerta, e, a meno che l'equilibratore non sia stato ben trimmato a cabrare, è necessaria una continua e decisa trazione della barra verso l'indietro al fine di mantenere l'aereo ad un così elevato angolo di incidenza. E tuttavia, il fatto che la risposta dei comandi appaia strana ed inconsueta, non prova che ci sia nulla di effettivamente errato in quel modo di volare. I comandi rispondono in modo diverso per ogni diverso angolo di incidenza (o, allo stesso modo, per ogni diversa velocità). Per altro, rispondono in modo inusuale, ad esempio, anche durante una veloce picchiata. Infine, probabilmente ci accorgeremo che in questo volo estremamente lento abbiamo un margine di sicurezza molto ridotto rispetto allo stallo; ma finché lo terremo ben presente e ci comporteremo di conseguenza, non c'è nulla di sbagliato in questa condizione di volo. Insomma, per concludere, l'andatura lenta e livellata ad assetto cabrato è una condizione di volo perfettamente normale, sicura e stabile.

UNA RIFLESSIONE A MARGINE PER GLI ISTRUTTORI

Probabilmente sarebbe positivo, per gli allievi che iniziano, sperimentare subito questo tipo di volo, anche prima delle partenze e degli atterraggi. Forse non pagherà immediatamente in termini di capacità di eseguire concretamente certe manovre, tuttavia pagherà di sicuro dando all'allievo una migliore consapevolezza del fenomeno del volo nel suo complesso. Durante le normali lezioni del corso di addestramento, l'allievo prova solo raramente il volo estremamente lento, e solo per pochi istanti. Di fatto si trova in questa condizione durante gli atterraggi, quando prova gli stalli, e forse qualche volta nel corso di un decollo, se esegue la rotazione prematuramente, a velocità ancora troppo bassa. In tutti questi casi tuttavia, non rimane in questa condizione ma, al contrario, cerca di uscirne la più presto, o stallando l'aeroplano, come durante gli atterraggi o la pratica degli stalli, oppure cercando di ripristinare condizioni di volo "normali", come in seguito ad una rotazione prematura. Per questa ragione, l'allievo potrebbe essere indotto a pensare che un aereo non può mantenere stabilmente questa condizione di volo, e che se vi fosse forzato per più di qualche secondo, si verificherebbe

lo stallo. E se l'allievo ha questa convinzione, gli manca il punto più importante dell'arte del pilotaggio.

Se l'allievo facesse 5 minuti di volo lento e livellato un po' di volte prima di iniziare con gli atterraggi, questo sarebbe estremamente produttivo in termini di acquisizione di abilità di pilotaggio. Lo si può dimostrare: il tempo che un allievo effettivamente impegna nella pratica degli atterraggi durante il periodo di addestramento di base assomma a qualcosa come 10 minuti soltanto¹. Il dato si riferisce, ovviamente, al tempo dedicato alla fase di atterraggio vera e propria, senza considerare quindi rullaggi a terra, decolli, circuiti e avvicinamenti, ma solo la *flare* e la toccata a terra. Non c'è da stupirsi quindi se l'atterraggio sembra tanto difficile agli allievi!

Tutto il problema dell'atterraggio sui tre punti è essenzialmente un tipo estremo di volo lento, praticato ad un angolo di incidenza estremamente elevato, durante il quale è richiesto un controllo estremamente preciso ed attento della traiettoria di planata. E tuttavia, quando l'allievo prova per la prima volta gli atterraggi, non ha praticamente alcuna esperienza del volo ai medi ed elevati angoli di incidenza. In conseguenza di ciò, egli è obbligato ad imparare tre cose nello stesso tempo, e tutte quante completamente nuove: primo, che l'aereo può volare in questa condizione di volo; secondo, come reagiscono i comandi in questa condizione di volo; terzo, come valutare la traiettoria di planata in modo da impattare il terreno con dolcezza. Così deve familiarizzare con il volo ad elevata incidenza proprio nelle condizioni più critiche, cioè vicino al terreno. E deve imparare a impattare il terreno proprio nelle condizioni più difficili, cioè volando con un elevato angolo di incidenza.

È vero che normalmente l'istruttore prepara l'allievo con alcuni stalli in quota con motore al minimo, prima di affrontare l'atterraggio. Certamente questo è meglio di niente, tuttavia non è sufficiente per dare all'allievo la possibilità di essere a proprio agio in condizioni di volo lento ad assetto cabrato. Infatti, durante l'esecuzione degli stalli, l'aereo passa troppo rapidamente per tutta la gamma dei vari angoli di incidenza. In certi casi la pratica degli stalli potrebbe indurre l'idea che, tutte le volte che si vola con assetto fortemente cabrato, si ingenererà lo stallo nel giro di pochi secondi.

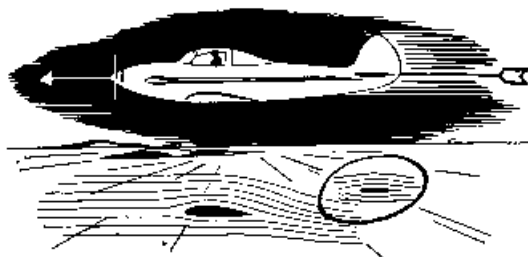
VERSO IL VOLO IN ASSETTO NORMALE

In ogni caso, se l'aeroplano ci fa ancora l'impressione di una cosa un po' nuova e strana, vale la pena che ci prendiamo un aereo, e, una volta a quota di sicurezza, voliamo per qualche minuto in questa maniera, mantenendo la quota con assetto cabrato e a potenza ridotta. Quello che osserveremo costituisce il punto centrale della nostra questione.

¹ L'osservazione è dovuta al Dr. Dean R. Brimhall.

Ora supponiamo di continuare con il nostro esperimento. Apriamo un po' di più la manetta e facciamo quanto necessario per mantenere una traiettoria di volo perfettamente orizzontale. Si può fare? Certamente sì. L'aereo salirà, e noi allentiamo la pressione all'indietro che esercitiamo sulla barra, in modo che l'aereo cessi la salita e abbassi il muso, con conseguente aumento della velocità.

Il volo ora, a regimi attorno ai 1800 giri, è solo una versione meno estrema di quello che osservavamo quando eravamo "boccheggianti" a circa 1400 giri. Dato che ora le ali impattano l'aria a velocità maggiore, non hanno bisogno di deviarla in basso così bruscamente, quindi non hanno più necessità di un angolo di incidenza così elevato. Tuttavia esse hanno ancora un'incidenza, come pure continuano a deviare aria in basso. Resta vero infatti che l'aereo si mantiene in alto nell'aria spingendo aria verso il basso.



Volo veloce. L'angolo di incidenza è praticamente invisibile, e la deviazione dell'aria in basso è dolce. Lo stabilizzatore è neutro. Questa è la normale condizione di volo.

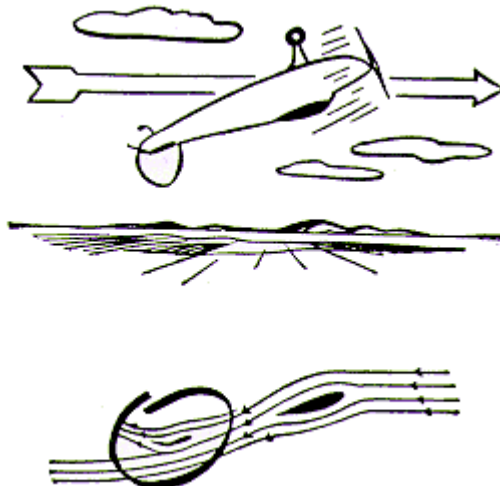
LA CROCIERA

Supponiamo ora, come terza fase del nostro esperimento, di dare ancora manetta fino alla normale potenza di crociera, per esempio 2300 giri. Di nuovo, al fine di mantenere il volo livellato evitando di salire, dovremo abbassare ulteriormente il muso. Per fare questo, annulleremo completamente la pressione verso l'indietro esercitata sulla barra. Ed eccoci di nuovo al normale volo livellato, la condizione di volo che reputiamo normale, dal momento che in tale condizione voliamo per la maggior parte del tempo.

Ora, questa condizione, il volo di crociera: è poi così diversa in realtà rispetto alla precedente situazione di volo in assetto cabrato, quasi "boccheggianti"? A prima vista sì. Ora infatti, quando l'aeroplano punta dritto davanti a sé, va anche dritto davanti a sé; in altre parole, l'aereo punta dove è diretto, o per dirlo in un'altra maniera ancora, l'aereo ora in effetti va (in senso verticale) dove il suo muso punta. Potrebbe sembrare che ora non ci sia alcun angolo di incidenza, come se ora esso si mantenesse in volo grazie a qualche principio diverso da quello che lo fa volare in assetto lento e cabrato.

Ma non c'è nessun principio diverso. Un angolo di incidenza esiste anche ora. Deve esistere. Se non esistesse, l'aria non sarebbe premuta in basso, e, a meno che non ci sia il buon

vecchio Bernouilli in persona a tenerlo su con un gancio, non c'è nessuna altra maniera per una tonnellata o due di macchinari di stare in aria. L'aereo non ha altro modo di sostentarsi in aria, se non continuando a premere l'aria verso il basso. La differenza è nell'apertura dell'angolo, non nel tipo di fenomeno. Il fatto è che ora, con una velocità così sostenuta, un angolo di incidenza piccolissimo è tuttavia sufficiente



Si vola rovesciati secondo gli stessi principi che regolano il volo normale: l'ala incontra l'aria secondo un angolo di incidenza, e la devia verso il basso. C'è una differenza, la sezione di un'ala che viene impiegata alla rovescia è inefficiente come deflettore dell'aria. Per questo è richiesta una elevata incidenza per causare una sufficiente deflessione dell'aria e conseguentemente una sufficiente portanza. Notare lo stabilizzatore piegato verso l'alto: il pilota preme il volantino in avanti, per mantenere un elevato angolo di incidenza.

a produrre la necessaria portanza: l'ala incontra l'aria con un'incidenza di un grado o forse di due, un angolo troppo ridotto per poter essere percepito a occhio. La fusoliera ha un assetto orizzontale nel volo di crociera, semplicemente perché il progettista vi ha attaccato le ali ad una angolazione tale (l'angolo di calettamento) che, con le ali in volo livellato alla velocità di crociera, essa deve puntare diritto davanti a sé.

A TUTTA MANETTA

Supponiamo ora di proseguire il nostro esperimento con un ulteriore passo: apriamo completamente la manetta, e ancora facciamo tutto ciò che dobbiamo per mantenere una traiettoria di volo livellato. Di nuovo, ovviamente, dobbiamo spingere il muso ulteriormente un basso per evitare di salire, e dobbiamo tenerlo abbassato per mezzo di una continua pressione della barra in avanti. Ancora, questo si traduce in un aumento di velocità. Ora ci troviamo impegnati a tenere il muso stabilmente in giù, come se fossimo un leggera planata, e invece manteniamo

la quota! Per quel che parrebbe, abbiamo ora un angolo di incidenza negativo!

A questo punto uno potrebbe dire: "e adesso che cosa ci tiene su? Questa non è la prova che esiste qualcos'altro a causare la portanza, qualche principio diverso da quello dell'angolo di incidenza e dello spostamento in basso dell'aria?"

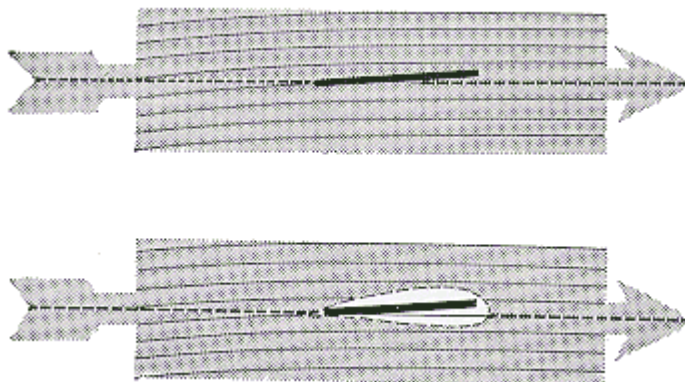
La solita risposta dei corsi di teoria è semplicemente che "si verifica questo" che cioè un'ala sviluppa portanza anche ad angoli di incidenza negativi, e ancora una volta Bernouilli viene chiamato in causa. Per quel che ne sappiamo fin qui dell'angolo di incidenza, questa è un'osservazione che parrebbe vera. Però suona male, ed è anche perniziosa, se ci fa pensare che l'ala possa sviluppare portanza senza premere aria verso il basso, il che è un non senso. Tutta la questione, alla fine, è una questione di terminologia.

È usuale considerare l'angolo di incidenza come l'angolo prodotto dalla *corda* dell'ala con la direzione dell'aria che impatta l'ala stessa. La corda, in altre parole, è la linea di riferimento dell'ala. Tuttavia la corda non è l'elemento maggiormente significativo di un'ala. Essa è usata dagli ingegneri nella pratica della progettazione solo per convenienza, infatti essa si determina facilmente. La linea che veramente conta è la linea di portanza nulla, e i ricercatori più avanzati parlano in termini di angolo di incidenza "assoluto": l'angolo cioè che la linea di portanza nulla forma con la direzione dell'aria di impatto. E la linea di portanza nulla di un'ala ha ancora incidenza positiva anche in condizioni di volo veloce a piena potenza: l'ala costituisce ancora un piano inclinato, che incontra l'aria secondo un angolo di incidenza, e continua a premere l'aria verso il basso.

È SOLO UN'IMPRESSIONE

Forse il ragionamento che segue, per quanto non del tutto rigoroso se esaminato in dettaglio, ci aiuterà a formarci idee chiare e semplici a proposito della portanza. Supponiamo che l'ala sia di fatto un semplice piano, posto ad un angolo conveniente (l'angolo di incidenza) tale da consentire di deviare l'aria verso il basso. Il piano inclinato di cui parliamo è illustrato a pag. XXX. Tuttavia si è verificato sperimentalmente che le caratteristiche di resistenza, portanza e di stallo di un piano inclinato di quel tipo possono essere migliorate avvolgendolo in un involucro curvo ed adeguatamente sagomato: da questo derivano le attuali sezioni alari. Perciò l'ala vera e propria di un aereo non è costituita da un semplice piano inclinato: essa è un oggetto dalle linee raccordate che *contiene* un piano inclinato. Questo piano inclinato di riferimento che è contenuto (o così lo possiamo immaginare) all'interno di ogni ala, è la linea di portanza nulla quando osserviamo un'ala in sezione trasversale. L'involucro curvilineo è costruito attorno a questo piano, così come illustrato a pag. XXX: esso vi è costruito tutt'intorno ma in forma asimmetrica. Per questa ragione, nel volo ad andatura veloce, quando il piano inclinato la-

vora ad un'incidenza molto bassa, l'ala sembra, a causa del suo involucro sagomato, lavorare ad incidenza nulla, o addirittura con un angolo di incidenza negativo. Ma è solo un'impressione, perché essa continua a fendere l'aria con un angolo di incidenza, e continua a produrre portanza deviando l'aria in basso.



Per la maggiore efficienza, il semplice piano inclinato è racchiuso con una sagoma esterna curvilinea. Qualche volta ciò fa sembrare l'ala come se fosse ad incidenza nulla o negativa, quando l'incidenza reale ("assoluta") è ancora positiva. La "corda" è la linea che congiunge il punto più avanti con quello più indietro della sezione alare - la linea nera di questa figura. Nella pratica aviatoria, l'angolo di incidenza si considera come quello fra la corda e il vento apparente. In questo senso, è vero che un'ala può sviluppare portanza ad un'incidenza nulla o addirittura negativa. Nella teoria dell'aerodinamica, l'angolo di incidenza si considera come quello fra il vento relativo e la "linea di portanza nulla": essendo questa il nostro semplice piano inclinato, come lo si vede in sezione. E in questo senso, è vero che un'ala non può sviluppare portanza se non ad incidenza positiva.

MINORE È LA VELOCITÀ, MAGGIORE È L'INCIDENZA

Alla fine, pertanto, il fenomeno che governa il volo è il medesimo, sia che si vada ondeggiando cabrati in volo lento, sia che si proceda alla massima velocità: l'ala incontra l'aria ad un determinato angolo di incidenza, spinge l'aria in basso, e per questo si sostiene in alto.

Ad ogni velocità, corrisponde un determinato angolo di incidenza che produrrà la portanza esattamente necessaria e sufficiente a sostenere l'aereo in volo. Maggiore è la velocità, minore sarà l'angolo di incidenza necessario; minore è la velocità, maggiore sarà l'angolo di incidenza. Per questa ragione, nel linguaggio forbito degli ingegneri, le parole *velocità* e *incidenza* vengono usate in modo pressoché intercambiabile. Invece di dire che l'aereo vola veloce, l'ingegnere preferisce dire "vola con basso angolo di incidenza". Anche il peso, tuttavia, ha a che vedere con l'angolo di incidenza: se l'aereo viene caricato di più, allora per ogni data velocità ci sarà bisogno di un'incidenza maggiore per sostenerlo in volo. Questa è la ragione per cui aerei caricati al limite, che debbono coprire voli a lunga distanza, spesso sono costretti ad un'andatura ad assetto cabrato, per le prime ore di volo, anche se i motori stanno erogando potenze vicine alla massima, finché non è stato bruciato abbastanza carburante per alleggerire

l'aereo e consentirgli di assumere un angolo di incidenza normale.

PERCHE' SI STALLA?

Supponiamo ora di fare un'ultima prova a quota di sicurezza. Regoliamo la manetta a circa 800 giri, e ora cerchiamo di mantenere la nostra altitudine.

Sappiamo cosa succede: questo è impossibile. Cercando di mantenere la quota, tireremo la barra indietro, l'aeroplano rallenterà, noi tireremo ancora più indietro il volantino, e il muso ancora più in su, e, alla fine, stalleremo. Ciò che tanti piloti non capiscono è la vera ragione per cui lo stallo avviene, e in che relazione esso è con la problematica dell'angolo di incidenza. Il fatto è in realtà che l'angolo di incidenza, che è la chiave per comprendere tante cose a riguardo del volo, è anche la chiave di comprensione di quel pasticcio che è lo stallo.

NON E' PER MANCANZA DI VELOCITA'

Prima di tutto, facciamo il punto su alcune convinzioni errate. Molti allievi pensano che la causa diretta di ogni stallo sia la mancanza di velocità. "Il flusso d'aria sul dorso alare non è sufficientemente veloce, e quindi non c'è portanza sufficiente". Sbagliato. Lo stallo non è direttamente causato da mancanza di velocità.

È possibile far stallare un aeroplano a velocità molto maggiori dell'ordinario, per esempio sovraccaricando l'aereo mediante la forza centrifuga. Per esempio, in una virata con angolo di bank a 60°, la velocità di stallo è all'incirca una volta e mezzo quella relativa al volo rettilineo e livellato. Qualcosa del genere accadrà durante una brusca richiamata dopo una picchiata. È possibile stallare un aeroplano a qualsiasi velocità, anche alla massima velocità, semplicemente tirando abbastanza indietro la barra, e abbastanza bruscamente!

Parimenti, è assolutamente possibile che un'ala sviluppi portanza anche a velocità estremamente basse, ben al di sotto della normale velocità di stallo. Per esempio, supponiamo di rullare con un aereo a 20 nodi. Supponiamo di rullare con la coda leggermente alzata dal suolo. In questa condizione, l'ala sviluppa una portanza considerevole. Certo non sarà abbastanza per sostenere in volo tutto il peso dell'aereo, e per questa ragione non ci alzeremo in volo. Tuttavia la portanza sarà sufficiente per sottrarre al carrello la maggior parte del peso dell'aereo, e se noi provassimo a rullare sulla sabbia o su un terreno molliccio, il fenomeno sarebbe ben visibile e assai istruttivo. In somma, la mancanza di velocità non è la causa dello stallo. Velocità in esubero non è necessariamente una protezione contro lo stallo.

NON E' PERCHE' IL MUSO E' TROPPO CABRATO

Certi allievi pensano che un aereo stalla perché il muso è troppo cabrato. Questo potrebbe essere vero, ma dopo una precisazione: il problema infatti è definire cosa intendiamo per "troppo cabrato". In certe condizioni, un aereo può puntare in alto nel cielo e tuttavia non stallare: ad esempio durante la richiamata per l'esecuzione di un loop. In altre condizioni, un aereo può stallare con il muso ben al di sotto della linea dell'orizzonte: ad esempio, durante una brusca virata con potenza ridotta. Il fatto che il muso si trovi ad essere o meno troppo cabrato dipende dall'energia che l'aeroplano possiede, e dal tipo di manovra che si sta eseguendo con esso: in breve, da così tanti fattori che non ha senso dire che un aereo stalla perché il suo muso è troppo cabrato.

QUANDO NON SI PUÒ' PIÙ' DEVIARE L'ARIA IN BASSO

La causa diretta ed immediata di ogni stallo è sempre una: un eccessivo angolo di incidenza; dove eccessivo significa, per la maggior parte delle ali, maggiore di 18 gradi. Quando un'ala incontra l'aria ad un angolo di incidenza moderato ed adeguato, essa si comporta come un deflettore d'aria, devia questa verso il basso, e da questo avremo un effetto di portanza verso l'alto. Tale portanza potrà non essere sufficiente a mantenere l'aereo in volo, ma l'ala non si troverà in condizione di stallo. Ma quando un'ala incontra l'aria secondo un angolo di incidenza troppo elevato, e tenta quindi di deviare l'aria in basso troppo bruscamente, l'aria non riesce più a seguire una traiettoria così curvilinea. Il flusso aerodinamico sul dorso dell'ala si rimescola e si stacca dalla direzione in cui la superficie del dorso alare tenta di condurlo. A questo punto l'ala non è più un efficiente deflettore dell'aria verso il basso. Essa continua ad esercitare una vasta azione di perturbazione dell'aria, ma tale perturbazione dà luogo ad una turbolenza che non può essere sfruttata per il volo: infatti contiene una componente di deviazione verso il basso troppo modesta. Nel produrre questa perturbazione dell'aria, l'ala produce molta resistenza ma pochissima portanza.

Ecco cosa è uno stallo: il rifiuto dell'aria a venire deviata verso il basso. E questa è la causa dello stallo: l'eccessiva pretesa di un'ala di deviare l'aria in basso, quando incontra l'aria ad un angolo di incidenza troppo elevato.

E' vero, la mancanza di velocità è certamente la ragione più frequente per cui un pilota forza le ali del suo aereo fino ad un eccessivo angolo di incidenza, e conseguentemente stalla. Ma questa non è l'unica causa. L'ala può essere portata ad un eccessivo angolo di incidenza in modo assolutamente indipendente dalla velocità. Come vedremo più avanti in questo libro, il comando che governa l'angolo di incidenza è l'equilibratore. Pertanto, semplicemente tirando abbastanza indietro la barra, il pilota è in grado di stallare l'aereo a qualsiasi velocità. L'esempio classico a questo riguardo è lo *snap roll*. Ad una velocità doppia di quella usuale di stallo, il pilota tira indietro la barra a fondo e bruscamente. Questo fa sì che l'aereo si impenni e allo stesso tempo prosegua, per forza di inerzia, più

o meno nella direzione originaria. Questo fa sì che le ali incontrino l'aria ad un angolo di incidenza troppo elevato, ed infatti esse stallano, anche se la velocità è elevata. Questo tipo di stallo viene a volte chiamato *snap stall*, e si ha, indipendentemente dalla velocità, quando la barra viene arretrata troppo e troppo bruscamente. Per eseguire uno *snap roll*, il pilota allora scalcia bruscamente il pedale, trasformando con questo lo stallo in vite: lo *snap roll* non è altro che una vite in orizzontale eseguita grazie alla potenza del motore. Quanto viene descritto ora non ha lo scopo di descrivere lo *snap roll*, e ancor meno per dare un'idea di come vada eseguito. Al contrario, l'esempio dello *snap roll* è usato qui per spiegare come un aereo stalla: la cosa che è importante capire con chiarezza è che lo stallo è la conseguenza diretta e costante del tentativo di far volare l'aereo ad un angolo di incidenza troppo elevato.

Ora che tutto è chiaro, possiamo tornare alla nostra prova in volo, o meglio all'ultima fase di essa, quando abbiamo tentato di mantenere la quota con la potenza regolata a 800 giri, e per questo abbiamo stallato. Questo esperimento dimostra perché ogni aeroplano ha una certa velocità caratteristica ad di sotto della quale esso semplicemente non può volare.

Quando un pilota stalla l'aereo durante il volo rettilineo e livellato cercando di volare troppo lentamente, ecco cosa succede: volando più lentamente deve aumentare l'angolo di incidenza allo scopo di mantenere sufficiente portanza per sostenere l'aereo nell'aria. Per far questo, arretra progressivamente la barra. Più il volo è lento, maggiore è l'angolo di incidenza richiesto. Alla fine verrà raggiunta una andatura così lenta che anche un angolo di incidenza così elevato sarà a mala pena sufficiente a sostenere l'aereo in volo. Ora supponiamo che il pilota rallenti ancora un po': tentando di mantenere l'aereo in volo, aumenterà ancora un po' l'angolo di incidenza, superando con questo l'angolo critico oltre il quale l'ala non può comportarsi come un'ala; essa quindi va in stallo.

COME SOFFIA IL VENTO APPARENTE?

Cerchiamo ora di farci un'idea più aderente alla realtà su quello che veramente succede quando siamo ai comandi. Abbiamo pensato la prima prova pratica in volo in modo tale da non ingenerare alcuna confusione. La traiettoria di volo è stata sempre perfettamente livellata, ragion per cui l'aria soffiava contro l'ala sempre in direzione perfettamente orizzontale, esattamente dal davanti; per tale ragione eravamo sempre in grado di osservare l'angolo di incidenza semplicemente guardando le ali al di fuori, tenendo conto dell'angolo che queste formavano con l'orizzonte, sia in assetto cabrato che a picchiare.

Ma nel volo vero e proprio, questo è esattamente ciò che in realtà non avviene, infatti anche se il muso è diretto secondo una traiettoria livellata, l'aeroplano può perdere quota oppure guadagnarne. Per questa ragione l'aria soffia verso l'aeroplano non necessariamente dal davanti in senso orizzonta-

le; essa può, ad esempio, soffiare verso l'aereo con direzione inclinata, dall'alto o dal basso. L'angolo di incidenza non può quindi essere apprezzato semplicemente guardando fuori dal finestrino: in realtà questo non può essere visto affatto! Perché, ricordiamocelo sempre, l'angolo di incidenza è quello secondo il quale l'ala incontra l'aria, e noi non possiamo vedere l'aria. Questa è forse la ragione principale per cui il volo è così simile ad un'arte. Nel baseball il battitore tiene l'occhio puntato sulla palla che deve colpire. Ora, il volo non è che l'arte di deviare in basso l'aria servendosi delle ali, ma durante il volo il nostro problema è che non possiamo vedere l'aria, ragion per cui spesso non riusciamo a colpirla nel modo giusto: e questa è la ragione per cui tanti di noi si rompono il collo.

Si potrebbe osservare - e di fatto molti piloti lo fanno - "se il tutto è così incomprensibile, perché starsi a preoccupare? Se questo misterioso angolo di incidenza è così difficile da apprezzare, cerchiamo di non volare proprio servendoci di esso; fissiamo invece la nostra attenzione su qualcos'altro, su qualcosa che siamo in grado di vedere, sentire o comunque apprezzare."

La risposta a questa osservazione è che non esiste qualcos'altro su cui ci possiamo basare, o meglio, non esiste nulla che abbia la medesima rilevanza dell'angolo di incidenza. Se vi fosse, il volo sarebbe alquanto più semplice. Se vogliamo capire il volo, dobbiamo capire l'angolo di incidenza. E se vogliamo capire l'angolo di incidenza, noi dobbiamo essere in grado di intendere, in tutti i possibili assetti di volo di un aeroplano, da quale parte arriva l'aria che va incontro alle ali.

IL VENTO DEL VOLO

Quanto segue viene normalmente esaminato nel paragrafo dal titolo "Il vento apparente". Questa è una definizione alquanto stravagante per un fenomeno assai semplice. Immaginate un ciclista che dice: "C'è una giornata calda e senza vento, ma il mio vento apparente mi rinfresca." Egli vuole semplicemente dire: fintanto che è in movimento, egli sente una specie di brezza, prodotta dal suo stesso movimento. Quella brezza non è causata dal movimento dell'aria verso di lui, ma dal suo stesso movimento nell'aria: essa è il suo "vento apparente". Questo "vento" soffia verso di lui solo finché egli si mantiene in movimento. Se il ciclista si ferma, anche il vento si ferma. Forse dovrebbe chiamarsi vento di volo,



Il vento apparente è quella "brezza" che si crea con il nostro stesso movimento rispetto all'aria. La due pattinatrici, muovendosi in direzione opposta, sentono il vento apparente da direzioni opposte.



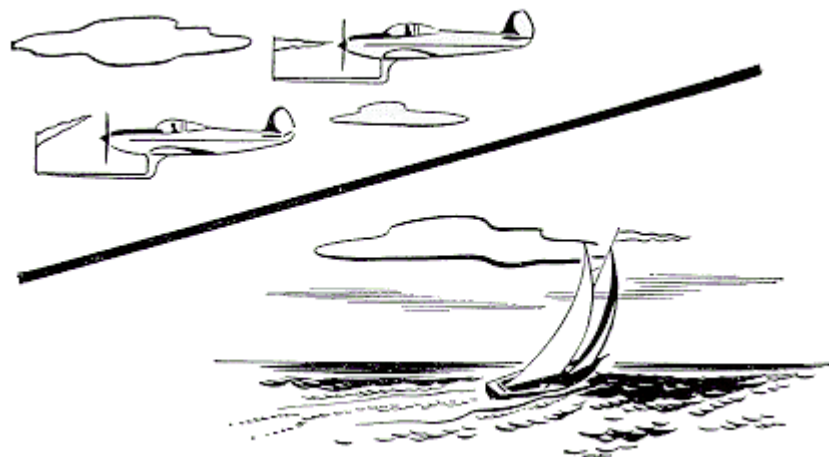
La bandiera sull'asta sventola nel vento reale. La bandiera sulla macchina sventola nel vento apparente della macchina stessa, prodotto dal suo movimento.

forse sarebbe meglio evitare del tutto il termine vento, dal momento che questo non è evidentemente un vero e proprio vento. L'aria sta ferma: è l'aeroplano che si muove. Dire che c'è un vento che soffia verso le ali dell'aereo è un modo di dire, che si usa giusto per comodità. Sarebbe come dire che i pali telegrafici sul ciglio della strada *corrono* verso l'automobile, o che la strada ci corre incontro. In realtà l'aria non soffia contro l'aeroplano; è l'aeroplano che corre *dentro* l'aria. Ma in ogni caso l'effetto finale è lo stesso: esiste "una specie" di vento.

Questo cosiddetto "Vento Apparente"², questo afflusso di aria, questo "vento di volo" arriva sempre ed in ogni caso verso l'aereo dalla direzione stessa verso cui l'aereo si sta dirigendo. Se l'aereo vola in assetto livellato, il vento relativo gli soffia incontro dalla medesima quota. Se l'aereo imbarda in una scivolata verso sinistra, il vento di volo soffia verso l'aereo da sinistra. In planata, quando l'aereo scende lungo una traiettoria inclinata, il vento di volo soffia in su con la stessa inclinazione. In una picchiata, il vento di volo soffia verso l'aereo dal basso! In una ripida salita quando l'aereo sale lungo una traiettoria in salita, il vento di volo soffia giù con la medesima inclinazione! In una vite, mentre l'aereo precipita, il vento relativo soffia verso l'alto, ma, dato che in una vite l'aereo va giù girando su sé stesso, il vento di volo che ne risulta soffia verso l'alto girando pure lui su sé stesso!

Quando uno inizia a volare, giudica le cose in modo meccanico: da quanto il muso punta sopra o sotto l'orizzonte, per esempio,

² Nella terminologia italiana è possibile usare sia il termine di *vento apparente*, sia quello di *vento relativo*. Nella presente traduzione ho dato la preferenza al primo, perché mi pare più usato nel linguaggio comune.



Un indicatore del vento apparente. La bandierina sull'albero della barca a vela (la figura è ovviamente imprecisa) non è che un indicatore del vento apparente. Una bandierina del genere potrebbe essere portata a bordo di un aereo. Durante il volo livellato, sventolerebbe come illustrato per l'aereo più in alto. Durante una planata sventolerebbe come nell'aereo più in basso.

o da quanta manetta ha dato, o da quello che gli dicono gli strumenti. All'inizio va bene così, ma quegli elementi non sono i più importanti per il volo. Quelle sono cose "della terra" non cose "dell'aria". Poi, man mano che uno procede e vola di più, scopre la derapata e la scivolata, e comincia ad acquisire l'istinto della velocità dell'aria. Questo è importantissimo, ma non è ancora la cosa più importante. Il fattore più importante per tenere un aereo in volo o per farlo precipitare, per far sì che ubbidisca ai comandi o per renderlo incontrollabile è la direzione del vento apparente: l'angolo secondo il quale l'aria fluisce contro l'ala. Quando un pilota esperto vola su un aereo, quando lo mette in assetto di salita, di planata, di virata, di stallo e di vite, di decollo o di atterraggio, in ogni istante si domanda: da dove viene l'aria in questo momento? E con quale angolo le ali la intercettano?

Naturalmente molti piloti negheranno che pensano proprio a questo. Ed è un fatto che persino molti eccellenti piloti non conoscono il significato di parole come "Angolo di Incidenza" e "Vento Apparente". Ma ci potete scommettere che, magari inconsciamente, la mente della maggior parte dei piloti esperti funziona all'incirca in quel modo, soltanto che questo è diventato un istinto, piuttosto che un ragionamento voluto e cosciente. L'istinto di un buon pilota verso il suo aeroplano, la sua capacità pressoché istintiva di pilotarlo correttamente, non sono, in ultima analisi, che la consapevolezza costante di tutti i fattori che riguardano il volo - l'angolo di incidenza, che può anche essere definito come l'angolo secondo il quale l'ala incontra il vento apparente.

Ora spiegheremo con precisione ciò che il pilota esperto sa e "prova con l'istinto" a proposito di questo.

Capitolo 2

LE ANDATURE DELL'AEROPLANO

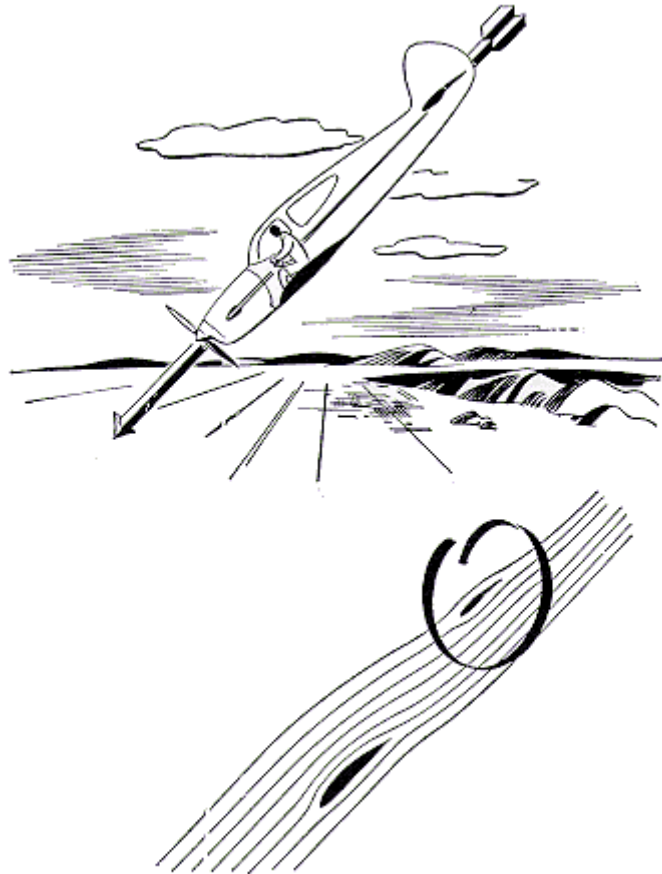
Tutti sappiamo che, a seconda dei casi, i cavalli utilizzano diverse andature: possono andare al passo, al trotto, al galoppo, e in più alcuni di essi usano andature loro personali. Anche un aereo ha diverse andature: a seconda dei casi esso viaggia con assetti profondamente differenti - alcuni di essi facili da intuire, altri piuttosto particolari. Soffermiamoci a considerare la discesa: un aereo può scendere in picchiata, con una normale planata, con una planata ad assetto cabrato, o in una discesa assistita dal motore: quattro modi per scendere! Complessivamente, si possono distinguere otto andature.

Un allievo pilota dovrebbe aver assimilato queste otto andature ancor prima di alzarsi in volo. Se potesse farsi una chiara idea di come traiettoria di volo e assetto, potenza e velocità, angolo di incidenza e vento apparente si configurano in ciascuna di queste andature, potrebbe evitare quella frustrante sensazione che di solito connota l'addestramento basico: cioè la vaga sensazione che ci stia sfuggendo proprio il punto principale di quel che sta accadendo. Inoltre, una volta che l'allievo abbia perfettamente inteso ciascuna di queste otto andature di volo, sarà alquanto facile per lui riprodurle nella pratica. E se è in grado di riprodurle in volo, ha già compiuto più di metà del percorso per diventare un pilota!

VOLO DI CROCIERA E VOLO IN MASSIMA ECONOMIA

Due di queste andature sono già state esaminate nel primo capitolo: volo livellato ad elevato angolo di incidenza e volo livellato a piccolo, pressoché invisibile, angolo di incidenza. Il volo livellato a basso angolo di incidenza è l'andatura normale di un aeroplano: è la sua andatura di crociera. Il progetto secondo il quale è concepito punta sostanzialmente alla massima efficienza alle condizioni di crociera.

Il volo livellato ad elevato angolo di incidenza è meno usuale, in quanto non ha rilevanza particolare per l'allievo pilota. Ma nell'addestramento avanzato, esso riveste particolare importanza. Esso potrebbe venire denominato "Volo in condizioni di massima economia". Come sarà dimostrato più avanti in questo libro, un aereo volerà per il maggior numero di miglia per gallone di carburante quando sarà condotto in volo piuttosto lento e con assetto leggermente cabrato, mentre volerà per il maggior numero di minuti per gallone di carburante se volerà molto lento, e con assetto molto cabrato.



La picchiata

Per tale ragione molti voli a lungo raggio, comprese le missioni dei bombardieri, vengono effettuati a questa andatura. In più, questa è l'andatura che l'aeroplano assume, lo si voglia o no, quando vola ad alta quota. Il capitolo finale di questo libro dimostrerà che i tanto discussi vantaggi del volo al limite della stratosfera sono intimamente connessi con l'economicità di questa andatura lenta e ad assetto cabrato.

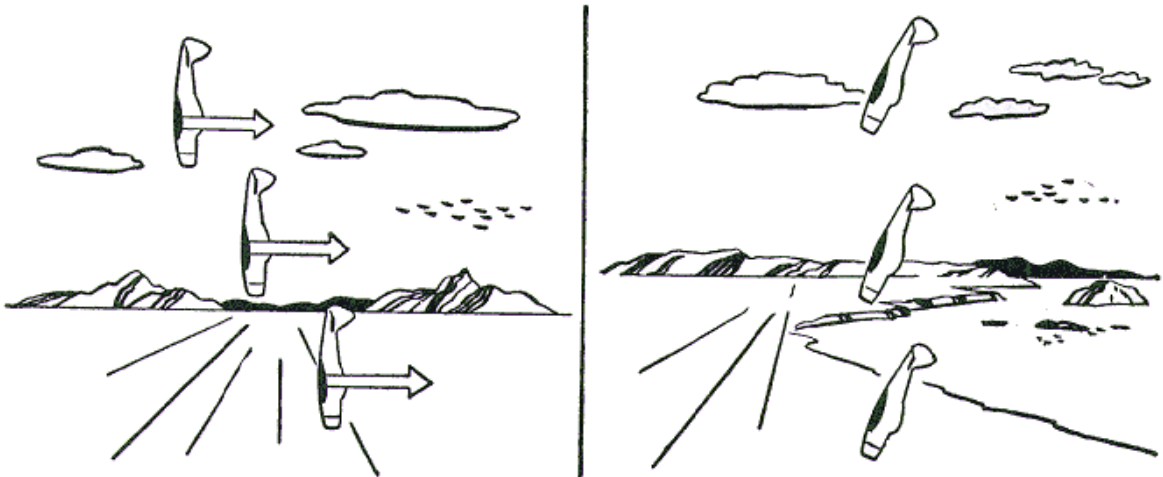
LA PICCHIATA

Consideriamo ora le andature plananti, ossia le condizioni di volo in cui l'aeroplano procede senza alcun aiuto dal suo apparato propulsore. Di queste, la più facile da capire è la picchiata.

L'aereo punta drasticamente in basso. Invece di essere spinto dal motore, è attratto dalla forza di gravità. Se si eccettua questo unico fatto, la condizione di volo nel suo complesso è del tutto simile al volo in crociera: l'aeroplano viaggia veloce, e per questa ragione possiede un basso angolo di incidenza. Questo significa che esso effettivamente è diretto dove punta il suo muso - per lo meno in una picchiata non estrema. Nel volo in condizioni di crociera, l'aereo punta e si dirige diritto avanti. In una picchiata, esso punta e si dirige in basso.

Un caso interessante di picchiata è la picchiata verticale - verticale nel senso che l'aereo punta proprio giù in verticale. In questo caso la portanza dell'ala ha una componente verso l'alto

praticamente nulla. Al contrario, l'ala tende a sospingere l'aereo orizzontalmente, parallelamente al terreno. E poiché la portanza sviluppata dall'ala non viene bilanciata da alcuna forza contraria (come nel volo in condizioni normali, quando essa è controbilanciata dalla forza peso dell'aereo, diretta verso il basso) l'aeroplano, benché punti diritto in basso in realtà non è diretto nella stessa direzione, ma trasla orizzontalmente mentre scende.



Picchiata verticale. Le ali sviluppano portanza che spinge nella direzione mostrata dalle frecce. L'aereo punta dritto in basso, ma la sua traiettoria non è verticale.

Picchiata a portanza nulla. Le ali dell'aereo in volo leggermente invertito ad angolo di incidenza (assoluto) nullo. Nessuna portanza. La traiettoria di volo è diritta in basso.

Si può notare lo stesso effetto anche in picchiate meno estreme: noi puntiamo a un certo punto sul terreno davanti e sotto di noi, ed eseguiamo una picchiata su di esso, puntandovi il muso dell'aereo, in breve il punto sparirà sotto il muso dell'aereo, e a meno che non accentuiamo continuamente il rateo di discesa, lo mancheremo scavalcandolo di un miglio o più!

Per effettuare una picchiata che annulli gli effetti della portanza, ossia una discesa lungo una traiettoria effettivamente verticale, un aereo deve essere posto ad un assetto oltre la verticale. In questa condizione l'ala incontra l'aria secondo l'angolo di incidenza corrispondente alla portanza nulla. L'ala quindi non genera alcuna portanza, ma soltanto resistenza. Questa è la condizione di volo in cui tutti gli aerei raggiungono la massima velocità possibile.

Non si dovrebbe tuttavia neppure parlare di picchiate senza porre in evidenza che gli aerei civili, e persino alcuni aerei militari, non sono costruiti per resistere a picchiate eccessivamente veloci. A parte le estreme sollecitazioni che si hanno nel richiamare l'aereo da una picchiata, questa stessa impone enormi sollecitazioni a molti componenti dell'aereo, e alcuni di questi potrebbero saltar via. O ancora potrebbero entrare in risonanza le ali o i piani di coda. O ancora l'aereo potrebbe trovare zone di turbolenza e cedere strutturalmente. Per questa ragione tutti gli aerei hanno un segno rosso sull'anemometro, oppure una placca sul pannello degli strumenti,

che dice "Non superare nodi". Questa placca significa esattamente ciò che porta scritto sopra, ed è indirizzata a noi.

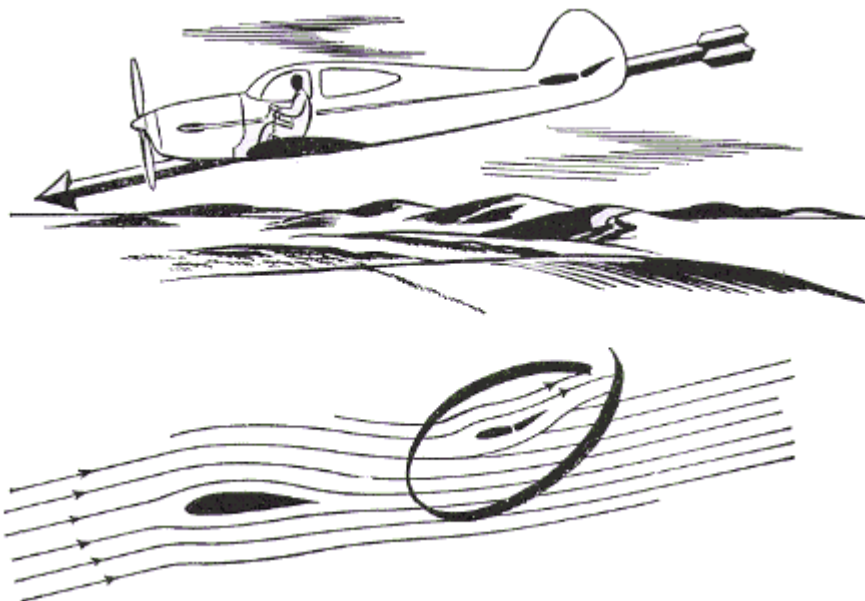
LA PLANATA ALLA VELOCITA' DI MASSIMA EFFICIENZA

Una andatura più utile è la planata normale, o planata alla velocità di massima efficienza. Questa è illustrata qui con tutti gli angoli fortemente deformati in eccesso, al fine di rappresentare con la maggiore evidenza l'assetto, la traiettoria di volo, il vento apparente e l'angolo di incidenza. La planata normale è il modo usuale con il quale un aereo scende per venire all'atterraggio - o per lo meno un piccolo aereo.

Fra tutte le andature di discesa senza motore, la planata normale è quella secondo la quale un aereo copre la maggiore distanza orizzontale partendo da un'altitudine data. Se mancasse il motore e il primo aeroporto disponibile fosse piuttosto lontano, questa è l'andatura alla quale cercheremmo di arrivare, planando, a quel campo.

Un intero capitolo verrà dedicato alla gestione del pilotaggio durante la planata. In questo momento, è la condizione di volo in sé stessa ad interessarci. L'aereo punta in basso, ed è mantenuto in movimento dalla forza di gravità. Dal momento che non punta in basso con una traiettoria ripida, esso procede alquanto lentamente, e poiché procede piuttosto lentamente, esso vola con un angolo di incidenza notevole. Notiamo inoltre come il vento apparente soffi verso l'alto e all'indietro rispetto all'aereo, invece che soffiare solo verso indietro come nel volo livellato. Questo naturalmente perché l'aereo si sposta in avanti e verso il basso, invece che semplicemente in avanti come nel volo livellato. Il movimento dell'aereo in avanti e verso il basso rispetto all'aria produce un impatto dell'aria stessa sull'aereo rivolto verso l'alto e all'indietro.

Notiamo ora come il muso dell'aereo punti leggermente in basso, mentre l'effettiva traiettoria di volo scende molto più accentuatamente.



La planata alla massima efficienza

Ricordiamoci che l'angolo di incidenza può essere definito come "la differenza fra la direzione in cui l'aereo punta (in senso verticale) e quella in cui esso effettivamente va". Proviamo ad immaginare che tipo di sensazione avrà il pilota a riguardo: il muso è diretto verso un punto distante sul terreno, ma quando egli verifica il suo effettivo avanzamento, egli può notare che sta arrivando assai corto rispetto a quel punto. Questo gli dà una sensazione di perdita di quota. Questa perdita di quota non è nulla di anormale o pericoloso, non è che l'angolo di incidenza, che è diventato visibile ed apprezzabile!

Notiamo, per ultima cosa, che il timone di profondità¹ sul piano di coda dell'aereo è deflesso verso l'alto, e che il pilota tira la barra indietro. Spesso si dice senza rifletterci troppo che l'equilibratore è il comando che governa il movimento in alto e in basso dell'aereo, e che il pilota fa salire l'aereo tirando indietro la barra, e che lo fa scendere spingendola in avanti. Uno speciale capitolo in questo libro metterà in evidenza che il timone di profondità è in realtà il comando di controllo dell'angolo di incidenza, mentre il vero comando che regola salita e discesa è la manetta. In una planata normale l'aereo scende non perché il pilota tira la barra all'indietro, e non scende neppure nonostante il pilota tiri la barra indietro. L'aereo scende perché la manetta è chiusa! La posizione della barra e la deflessione verso l'alto del piano di coda regolano semplicemente l'angolo di incidenza e la velocità a cui vola l'aeroplano nel corso della sua discesa. Dal momento che la barra è tirata indietro, e le superfici mobili del timone di profondità sono rivolte in alto, l'aereo vola piuttosto lentamente e con un angolo di incidenza piuttosto marcato.

LA PLANATA AD ASSETTO CABRATO

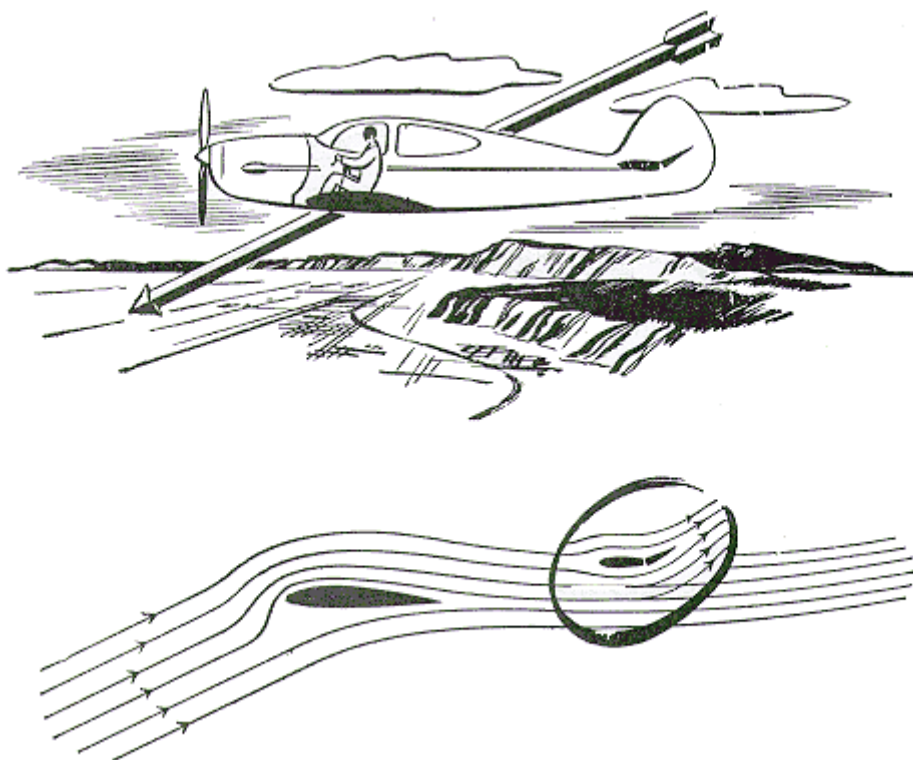
Un'altra andatura in volo librato è la planata ad assetto cabrato. Essa è semplicemente una discesa a velocità indicata molto bassa e con un angolo di incidenza molto elevato. Questa andatura viene a volte adottata dai piloti esperti, durante un avvicinamento per un atterraggio, per aumentare il rateo di discesa, e nello stesso tempo far sì che l'aereo non acquisti eccessiva velocità, come accadrebbe se l'aumento del rateo di discesa fosse ottenuto picchiando. Un pilota non esperto a volte si trova in questa condizione di volo senza volere, e con l'intenzione esattamente opposta: quando cioè durante una normale planata egli cerca di estendere la sua traiettoria (renderla cioè meno ripida in modo da arrivare più lontano) puntando il muso dell'aereo meno in basso di quanto non richieda la planata alla efficienza massima. In tal modo egli ottiene esattamente ciò che non vuole perché l'aereo rallenta e affonda: l'incidenza maggiore infatti significa che in realtà esso scenderà in modo più ripido! Questo tipo di volo è anche molto usato da parte dei piloti di

¹ Il termine inglese "elevator" viene correttamente tradotto con *equilibratore*. Tuttavia, in alcuni passi del libro, ho mantenuto la dicitura "popolare" di *timone di profondità*, che mi è parsa in qualche caso più esplicativa. [N.d.T.]

volo a vela. Un aliante (di fatto qualsiasi aereo di forma normale in planata) perderà la minor quota *per minuto* quando vola a questa andatura (mentre perderà la minor quota *per miglio* quando vola alla velocità di massima efficienza).

Da notare che l'equilibratore è deflesso molto in alto, e la barra è tenuta tirata all'indietro: queste sono le cause per cui l'aereo procede a bassa velocità e ad elevato angolo di incidenza. Con il muso dell'aereo che punta diritto all'orizzonte mentre la sua traiettoria effettiva è così accentuatamente rivolta in basso, il pilota ha, come è ovvio, una impressione estremamente palpabile di cadere e di sprofondare.

Presto o tardi la maggior parte dei piloti si accorge che un aereo "pulito" (ossia ben disegnato e concepito) può rimanere in assetto di affondata mentre il muso punta ben al di sopra dell'orizzonte. Questo contraddice ciò che ci si aspetterebbe col comune buonsenso; uno si aspetterebbe infatti che l'aeroplano non ricevesse alcuna spinta in avanti dalla gravità, finché viene mantenuto col muso cabrato. Uno si aspetterebbe che perdesse completamente velocità, e che stallasse. E poiché questo sembra essere, a prima vista, contrario al senso comune, i piloti spesso si comportano in modo incoerente rispetto alle loro stesse osservazioni, e arrivano a pensare che si tratti di un'illusione ottica. Non lo è. Non è questa la sede adatta per spiegare diffusamente perché un buon aeroplano possa planare in assetto cabrato, ma val la pena di prendere atto che lo può fare.



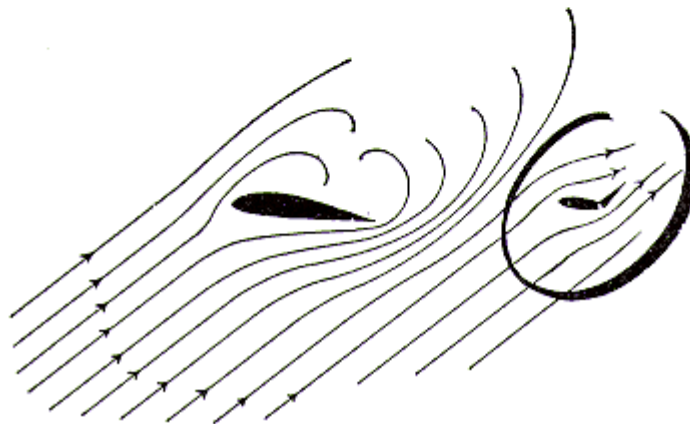
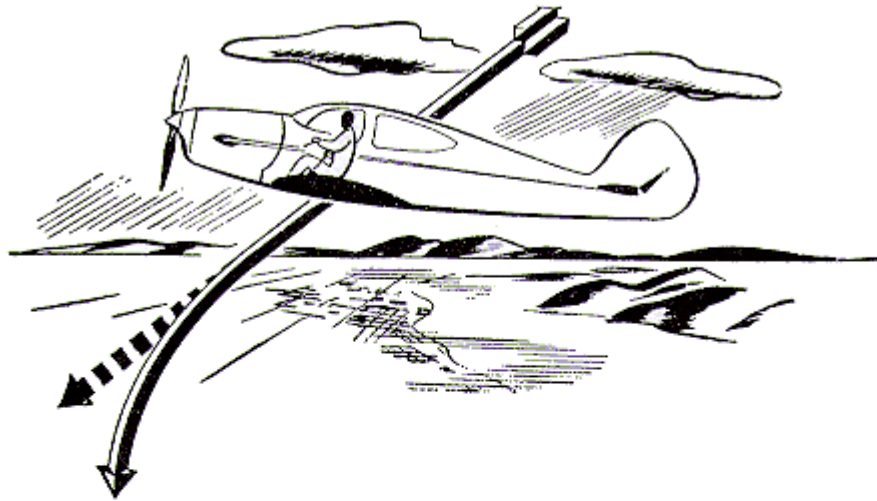
La planata lenta ad assetto cabrato

LO STALLO SENZA MOTORE: QUANDO SI INCIAMPA

Se i vari tipi di salite e discese sono andature, lo stallo dovrebbe essere assimilato ad un "inciampo". Esso infatti non è una condizione di volo, ma il contrario del volo: l'aereo cessa di volare e cade.

La nostra figura coglie questo inciampo nel preciso momento in cui esso si verifica. Come un'istantanea colta proprio nel momento critico. Le altre raffigurazioni in questo capitolo mostrano condizioni di volo stabile che l'aereo può mantenere indefinitamente; questa figura invece mostra una condizione che dura solo un istante.

Un attimo prima che questa ipotetica istantanea fosse presa, l'aereo si trovava in una planata estremamente lenta e stava affondando. A questo punto il pilota ha tentato di effettuare un volo troppo lento, ad un angolo di incidenza troppo elevato, e questo ha portato alla condizione illustrata (con l'angolo di incidenza esageratamente evidenziato) nella nostra figura.



Lo stallo senza motore

Notare che l'aereo punta *appena* sopra l'orizzonte, ma che la sua traiettoria effettiva è fortemente verso il basso. Ricordiamoci che l'angolo di incidenza è "la differenza fra la direzione in cui l'aereo punta e quella in cui (in senso verticale) effettivamente va". L'angolo di incidenza in questo caso è eccessivo. Questo non è il *risultato* dello stallo, ma la sua *causa*! Impattando l'aria a questa eccessiva incidenza, le ali

non sono più in grado di esercitare la loro azione di deflettori dell'aria verso il basso, esse semplicemente la rimescolano. Per questa ragione esse non producono più alcuna portanza, e l'aereo comincia a cadere.

Cerchiamo di capire come il pilota si è cacciato in questo pasticcio: egli tira il volantino decisamente all'indietro, e i piani mobili dell'equilibratore sono tutti in su. È questa deflessione eccessiva dell'equilibratore che costringe l'aereo ad assumere un'incidenza eccessiva. Ed è questa eccessiva incidenza che causa il rimescolamento dell'aria sulle ali, e la caduta della portanza.

Immediatamente dopo l'istante colto dalla nostra raffigurazione, l'aereo comincerà a cadere per difetto di portanza, come indicato dalla freccia che mostra la traiettoria del volo. Durante la sua caduta, esso punterà il muso in basso - qualunque cosa possa fare il pilota per evitargli di puntare in basso. In altri termini, l'aereo tenterà di recuperare velocità, tenterà di ridurre la propria incidenza. Se a questo punto il pilota molla la sua pressione indietro sulla barra, consentendo in tal modo dell'equilibratore di ritornare neutro, l'aeroplano sarà in grado di rimettersi in assetto normale. Esso se ne uscirà in una ripida discesa planata, dalla quale potrà essere facilmente ricondotto a una planata alla massima efficienza, o in un'affondata, o a qualsiasi altro assetto di volo desiderato. Se il pilota persiste nella sua pressione verso l'indietro della barra mentre l'aereo cade e il suo muso punta verso la terra, l'aereo non sarà in grado di effettuare la richiamata. Al più, se si tratta di un aeroplano eccezionalmente ben concepito, potrà cabrare nuovamente fino ad un nuovo stallo, per poi cadere di nuovo. Se non si comporta così bene, andrà in vite. In ogni caso, finché il pilota mantiene pressione all'indietro sulla barra, egli mantiene l'aereo all'incidenza di stallo, e quindi in una situazione di pericolo.

Sfortunatamente, quando l'aereo cade mancando sotto al pilota, e punta il muso diritto verso terra, la reazione "istintiva" del pilota sarà quella di tirare la barra con tutta la forza che ha. Se la sua immaginazione lavora su un modello mentale sbagliato, se egli pensa che la barra sia il comando che controlla l'assetto dell'aereo nel senso su-giù, difficilmente potrà far bene tirandola indietro. Questa reazione istintiva sarà particolarmente immediata ed incontrollabile se il pilota non ha colto l'approssimarsi dello stallo, e questo lo coglie di sorpresa.

E questo è il vero pericolo dello stallo: la reazione errata al verificarsi dello stallo, più che lo stallo in sé stesso. E piuttosto raro che un pilota si ammazzi semplicemente perché ha stallato. Invece accade con tragica ripetitività che un pilota si ammazza perché, stallando senza aspettarselo, o non riconosce lo stallo, o manca di controllare quel desiderio istintivo di tirare indietro la barra: egli la tiene bloccata indietro contro il suo stomaco, in un tremendo sforzo fino a farsi venire i crampi per tener in su l'aereo, e perciò peggiora la condizione di stallo, o lo trasforma in una vite.

Una volta verificatosi lo stallo l'aereo deve scendere: soltanto sacrificando un po' di quota può recuperare velocità con

sufficiente rapidità, come sarà spiegato con più dettaglio in un altro capitolo di questo libro. E la barra dell'aereo deve essere mollata in avanti: tutto quanto il pasticcio si è verificato soltanto perché la barra era tenuta troppo indietro! Finché la barra viene tenuta troppo indietro, le ali non possono sviluppare portanza.

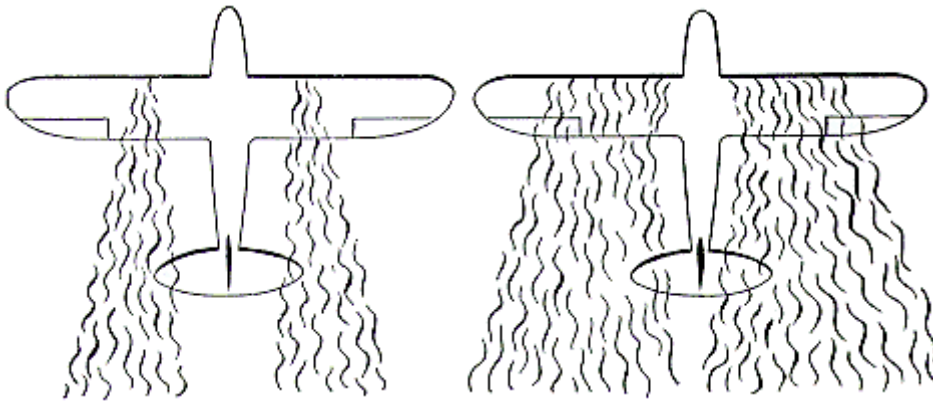
Quando un aereo si trova in condizione di stallo, niente, assolutamente niente, sarà di aiuto fuorché questa unica azione: lasciare andare in avanti la barra. Si potrebbe pensare, per esempio, che fosse possibile recuperare velocità aprendo tutta la manetta: ma ciò non sarà di alcun aiuto finché la barra è tenuta indietro. Questa azione servirebbe semplicemente a trasformare lo stallo in un ancor più delicato stallo di potenza, o la vite in una vite con motore: continueremmo semplicemente a precipitare con l'aereo fuori di controllo, esattamente nello stesso modo. La cosa cambia una volta che la barra è stata mollata in avanti ed è stata ridotta l'incidenza dell'aereo: allora l'apertura completa della manetta consente di completare la richiamata con una perdita di quota ridotta al massimo. Ma il volantino deve essere portato in avanti *come prima azione*.

Nella pratica di recupero dallo stallo, a volte è richiesto agli allievi piloti di trattenere saldamente indietro la barra per un attimo, ritardando il recupero dell'aereo dallo stallo, in modo da esercitarsi a mantenere una sembianza di controllo sull'aeroplano in fase di stallo mentre cade, al fine di evitare la vite. Si tratta di un continuo, veloce ed abile lavoro di pedaliera in modo da agire sul timone di direzione. In ogni caso, anche se l'aereo non va in vite, è tuttavia in fase di stallo, cade ed è sempre sul punto di sfuggire al controllo del pilota e di entrare in vite, non appena questo compie il primo errore in questo suo gioco di abilità, cosa che non tarda a verificarsi. Questa pertanto non è la vera risposta al problema dello stallo. Quando si stalla, c'è una sola cosa che può essere di aiuto: accettare l'inevitabile perdita di quota e lasciar andare avanti la barra.

È stato stabilito più sopra che lo stallo non è un'andatura stabile, ma assomiglia all'atto di inciampare: qualcosa che l'aereo non è in grado di mantenere se non per un istante, e che si risolve in un recupero dello stallo o in una vite. Questo potrà sembrare in contraddizione con l'esperienza di alcuni piloti, che potrebbero affermare di aver spesso messo il loro aereo in una condizione di graduale stallo, quindi di essere scesi con l'aereo stallato per un bel po', prima di effettuare la rimessa.

La risposta è contenuta nella figura seguente. La maggior parte degli aeroplani moderni è progettata in modo che l'ala non stalla tutta quanta nello stesso momento. Quando l'angolo di incidenza dell'aereo diventa eccessivo, la parte interna di ciascuna ala (la parte più prossima alla fusoliera) va in stallo, mentre la parte esterna (l'estremità alare) ancora mantiene la sua portanza. Quando i vortici di aria perturbata, che la porzione stallata dell'ala si lascia dietro, raggiungono la coda dell'aereo, questi spesso scuotono tutta la struttura dell'aereo stesso, e per molti versi, anche in questo modo, il pilota potrebbe percepire l'inizio dello stallo. Ma la parte non stallata

dell'ala continua a fornirgli portanza, stabilità e controllo, consentendogli una discesa regolare.



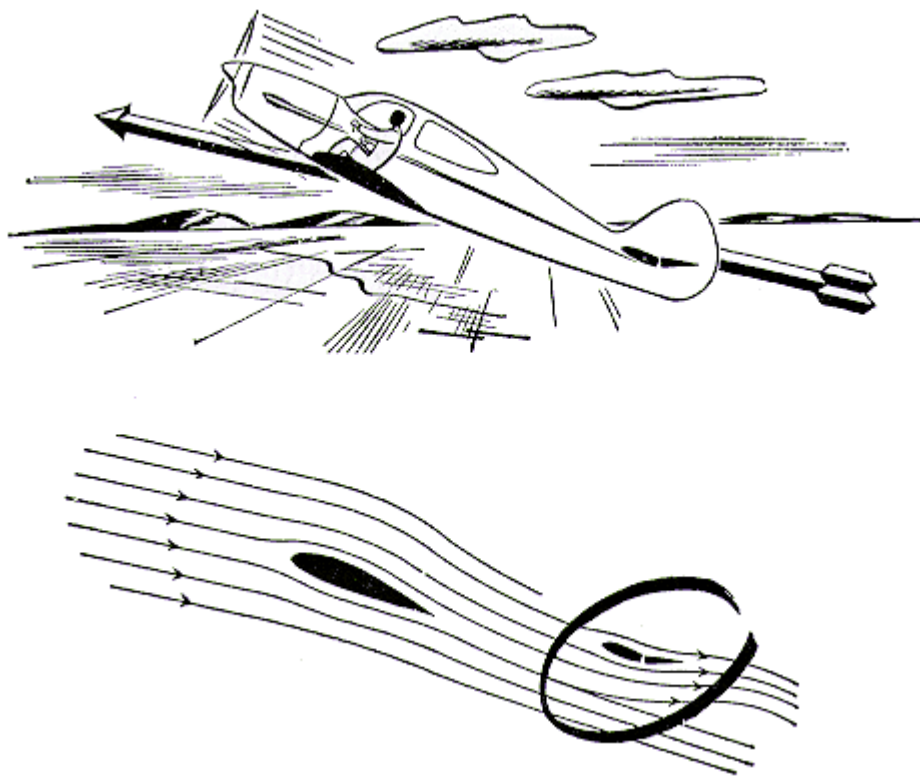
Un aereo con buone caratteristiche di volo non stalla di colpo. Quando il pilota porta indietro la barra, aumentando l'angolo di incidenza, flussi di aria perturbata iniziano a staccarsi da alcuni ben determinati punti delle ali, solitamente prossimi alla radice dell'ala stessa. A sinistra: la prima fase dello stallo. Se il pilota non insiste a tirare indietro il volantino, l'aereo può rimanere in questa condizione, mantenendo un'andatura stabile. Un aereo può trovarsi in questa condizione durante una planata estremamente lenta. A destra: se il pilota insiste a tirare indietro il volantino, causa lo stallo del resto della superficie alare. Quando lo stallo si estende fino ad interessare l'estremità alare, gli alettoni perdono efficacia, e l'aereo è più incline ad entrare in vite. L'aeroplano non può essere mantenuto stabilmente in questa condizione di volo, cadrà giù puntando in basso il muso, e a meno che il pilota non lasci andare il volantino in avanti, seguirà un nuovo e più accentuato stallo.

Si tratta quindi in realtà di una forma estrema di planata con sprofondamento, piuttosto che di uno stallo. Soltanto parte dell'ala è in condizione di stallo. L'aereo nel suo complesso non si trova in fase di stallo, benché assai prossimo ad essa.

Se un aeroplano ha caratteristiche di volo diverse da quelle sopra esaminate, e la sua ala inizia a stallare a partire dalle estremità, quell'aereo sarà traditore. Stallerà con un minimo preavviso. Lo stallo renderà gli alettoni peggio ancora che inutili, e si trasformerà immediatamente in una vite.

LA SALITA

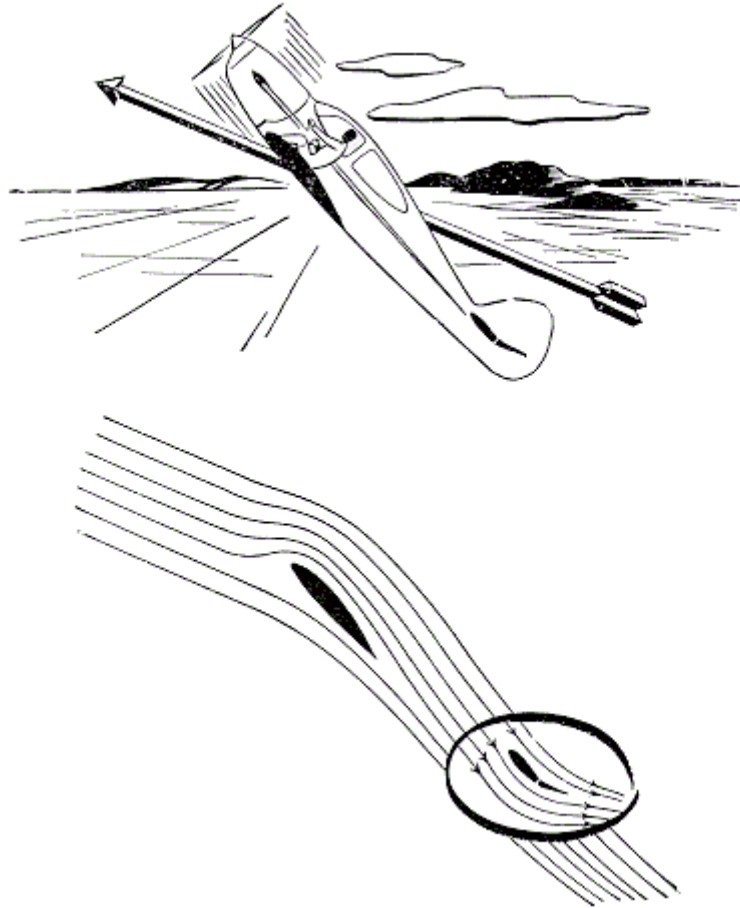
Le due figure seguenti spiegano la salita meglio di quanto non sarebbe possibile con molte parole. Notiamo che la traiettoria di volo è rivolta verso l'alto. In vento apparente soffia in giù contro l'aereo. Al fine di impattare questo vento apparente con una certa incidenza, l'aeroplano deve essere condotto con un assetto alquanto cabrato. Se la salita è sufficientemente dolce, l'aereo può mantenere, a tutta manetta, una velocità indicata piuttosto notevole, e può di conseguenza volare con un angolo di incidenza moderato. Se la salita è ripida, la velocità sarà necessariamente bassa, dato che ci sarà poca potenza disponibile per tirar su l'aereo con una rampa così in pendenza. E poiché la velocità è così bassa, soltanto un'incidenza elevata potrà produrre portanza sufficiente a sopportare il peso dell'aereo.



La salita standard

Per questo il muso dell'aereo dovrà essere tenuto molto in alto durante le salite ripide.

La salita rapida è l'andatura alla quale l'aeroplano guadagnerà il massimo di quota al minuto. La salita ripida è invece quella alla quale esso guadagnava la maggior quota per miglio di distanza orizzontale coperta. Poiché di solito ci interessa di più il gradiente di salita per minuto, piuttosto che quello per miglio, la salita ripida è di scarsa utilità. Inoltre, la salita ripida ha altri due svantaggi: essendo effettuata ad incidenza così elevata, l'aereo si trova necessariamente prossimo allo stallo; e poiché il flusso dell'aria è debole, mentre il motore sta fornendo tutta la sua potenza, questo si surriscalda e rischia usura e danneggiamento.



La salita ripida

In ogni caso *qualsiasi* salita, anche la più dolce, viene necessariamente effettuata a velocità indicata ridotta, e richiede pertanto un aumento dell'angolo di incidenza. Soltanto gli aerei da caccia hanno un tale esubero di potenza da poter salire mantenendo velocità sufficiente da volare ad un angolo di incidenza relativamente basso. Dal momento che la maggior parte degli aeroplani effettuano la salita ad un angolo di incidenza rilevante, l'allievo pilota attento presto o tardi noterà che il suo aereo sembra sempre sprofondare, anche quando sale, e che in realtà esso non sale con l'angolo con cui punta verso l'alto. Per fare una prova, punterà il muso verso una certa nuvola, ma non riuscirà a raggiungerla: ci passerà un bel po' sotto. Questa caduta, questo "sprofondamento" dell'aereo durante la salita, non è naturalmente anormale o pericoloso: è una componente necessaria in questa condizione di volo: è semplicemente l'angolo di incidenza che diventa apprezzabile all'occhio.

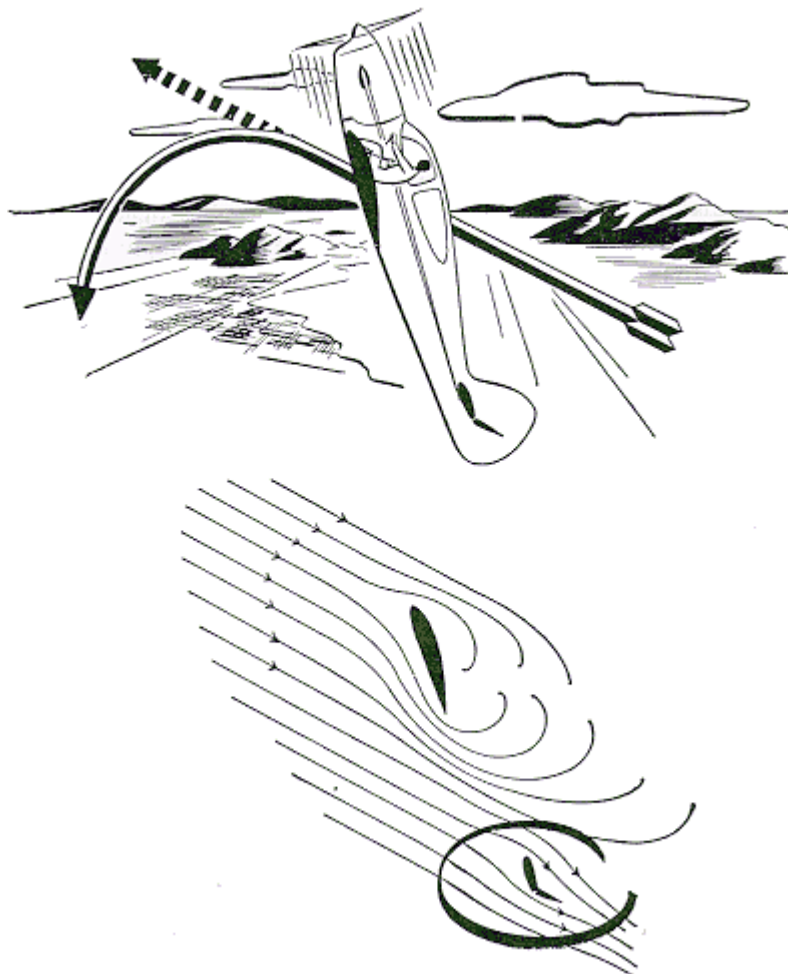
LO STALLO DI POTENZA

Il profano si meravaglia sempre quando gli dite che un aereo può stallare anche se il motore è alla massima potenza. Sembra impossibile, ma è così. Con i residui delle idee del profano in testa, molti allievi piloti pensano che a tutta manetta l'aereo ha comunque molta più "portanza" che col motore al minimo, e che può quindi essere portato ad un angolo di incidenza molto maggiore

prima di stallare. Sembra un ragionamento sensato, e sembra nato dall'esperienza, ma non è così.

Che sia a tutta manetta, o al minimo, l'aeroplano stalla per una sola ragione: perché le ali impattano l'aria secondo un angolo di incidenza eccessivo. Dove "eccessivo" ha lo stesso significato con piena potenza o meno: per la maggior parte delle conformazioni alari qualcosa in più di 18 gradi circa è eccessivo. (Per maggiore chiarezza, tutte le figure di questo capitolo esagerano fortemente l'angolo di incidenza). Trascurando per il momento alcune piccole differenze che saranno prese in esame più avanti, l'aeroplano stalla a piena potenza allo stesso angolo di incidenza a cui stalla con il motore al minimo.

La nostra figura coglie l'istante in cui si verifica uno stallo di potenza. Ruotiamo la figura relativa allo stallo di potenza su se stessa in modo che la freccia indicante la traiettoria di volo punti in basso, e che il muso dell'aereo punti appena leggermente verso l'alto: noteremo che l'intera configurazione di traiettoria, assetto ed angolo di incidenza è esattamente la stessa della figura relativa allo stallo senza motore.



Lo stallo di potenza. Dal momento che tutte queste figure (quelle che illustrano le andature dell'aeroplano) amplificano l'angolo di incidenza, e poiché le figure tentano di essere coerenti l'una con l'altra, questa figura è esagerata al massimo: l'angolo di incidenza è molto maggior di quanto non sarebbe nella

realtà, in cui un valore di 18 gradi circa è il massimo; per questo l'assetto dell'aereo è esageratamente cabrato rispetto a quanto sarebbe nella realtà di uno stallo di potenza raggiunto con una certa gradualità.

La sola differenza significativa è che lo stallo senza potenza si verifica durante il volo in discesa, mentre lo stallo di potenza durante il volo in salita.

Perché durante il volo in salita? Un aereo non può stallare se non viene innanzitutto rallentato (trascurando le possibilità di stallo in velocità o di stallo durante una virata stretta). Per poterlo rallentare quando si trova a tutta manetta, bisogna metterlo in un assetto di ripida salita. Pertanto lo stallo di potenza può verificarsi soltanto durante una ripida salita! Questa è la ragione per cui il muso punta così drasticamente in alto in questa manovra: esso lo sarebbe allo stesso modo anche durante una semplice salita ripida. Per produrre lo stallo, il muso deve essere tirato in su ancora di più. Così la differenza più vistosa fra stallo senza motore e stallo di potenza sta nell'assetto e nella traiettoria di volo, fattori di relativa importanza; per ciò che concerne gli aspetti fondamentali che sono angolo di incidenza e vento apparente, stallo senza motore e stallo di potenza sono sostanzialmente simili. Il nocciolo della questione è che vi è un solo tipo di stallo: l'ala incontra l'aria secondo un angolo di incidenza troppo elevato.

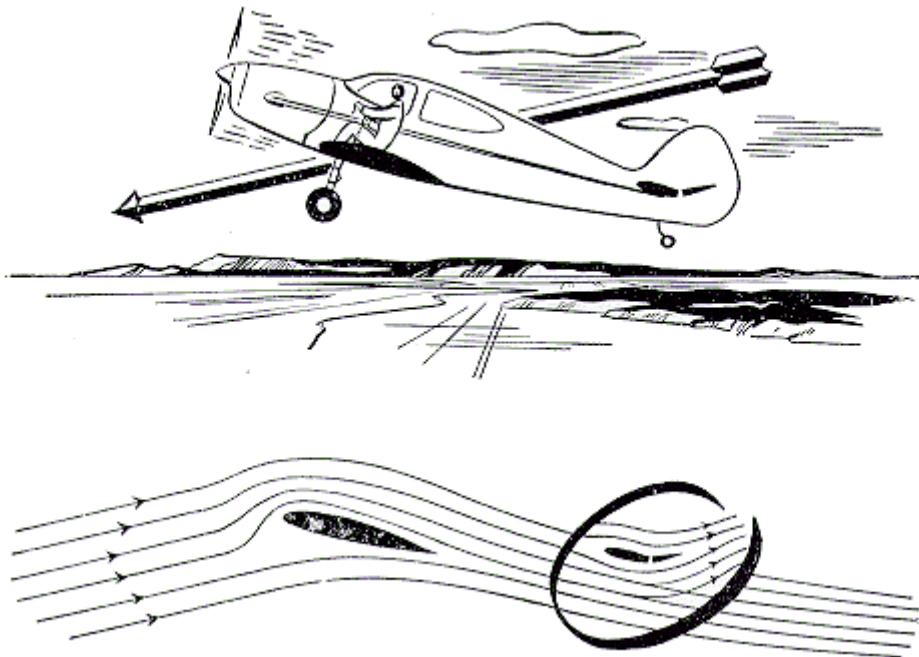
Bisogna tuttavia ammettere che la potenza fornita dal motore effettivamente determina alcune piccole e tuttavia importanti differenze nelle caratteristiche dello stallo. È stato illustrato, a proposito dello stallo senza motore, che le ali dei normali aeroplani iniziano a stallare prima in corrispondenza della radice dell'ala, e solo più tardi in corrispondenza dell'estremità alare. La radice dell'ala, tuttavia, è esposta non soltanto al vento apparente dovuto al moto dell'aereo nell'aria, ma anche alla corrente creata dall'elica. Il reale flusso d'aria nel quale la porzione radicale dell'ala lavora è la sommatoria di due correnti d'aria, vento apparente e flusso dell'elica. Quando l'aeroplano nel suo insieme è portato ad un elevato angolo di incidenza con il motore alla massima potenza, il flusso dell'elica impedisce all'aria di creare moto vorticoso, esattamente nelle posizioni in cui l'aria stessa tenderebbe ad assumere un moto turbolento se la potenza fosse al minimo, ossia in corrispondenza delle radici delle ali. Per questa ragione l'aereo nel suo insieme può essere portato ad un angolo di incidenza leggermente maggiore (davvero *leggermente*), e quindi a volare a velocità leggermente inferiore, quando si dà motore, piuttosto che al minimo. Quando finalmente inizia il flusso turbolento dell'aria, questo non si verifica in corrispondenza delle radici dell'ala come nello stallo senza motore, ma più esternamente lungo l'ala, e per questa ragione lo stallo con motore porta con maggior probabilità ad una perdita di stabilità laterale con conseguente perdita di controllo: l'aereo probabilmente si rovescerà non appena inizia lo stallo, e se il pilota non usa bene gli alettoni, lo stallo si evolverà in una vite.

Questo effetto ritardatore dello stallo dovuto al flusso dell'elica è particolarmente marcato negli apparecchi plurimotori, perché in aerei di questo tipo vi è una parte ancora maggiore di

ala interessata dal flusso delle eliche. Per questa ragione gli aerei di questo tipo possono essere portati in volo a velocità sensibilmente più basse, e ad incidenze sensibilmente più alte, alla massima potenza che non al minimo. Tuttavia anche con aerei di questo tipo, le differenze fra stallo di potenza e stallo senza motore sono modeste, in confronto alle analogie. In realtà, vi è un solo tipo di stallo: l'aria incontra l'ala ad un angolo di incidenza troppo elevato. C'è un unico modo di portare un aereo allo stallo: la barra è indietro, l'equilibratore è deflesso in alto, e forza l'aeroplano ad un angolo di incidenza troppo elevato. E c'è pure un solo modo per portare un aereo fuori dalla condizione di stallo: portare la barra in avanti.

LA DISCESA DI POTENZA

Il muso punta in alto, ma l'aereo scende. Questa condizione di volo non viene molto sperimentata durante l'addestramento basico; tuttavia costituisce il modo migliore per condurre l'avvicinamento all'atterraggio in un aereo pesante e potente.



La discesa con motore

La nostra figura mostra quel che capita. Si tratta semplicemente di una lenta affondata nella quale viene usata soltanto la potenza necessaria a far sì che l'aereo non scenda troppo rapidamente. L'angolo di incidenza è lo stesso che in una planata, ma la traiettoria di discesa non scende altrettanto rapidamente; per tale ragione, al fine di mantenere l'angolo di incidenza su valori elevati e la velocità bassa, il muso deve essere tenuto piuttosto in alto.

Come e perché si usa questa particolare andatura sarà discusso nel capitolo relativo agli atterraggi. Come si controlla l'aereo

durante una discesa di potenza sarà illustrato nel capitolo su equilibratore e potenza.

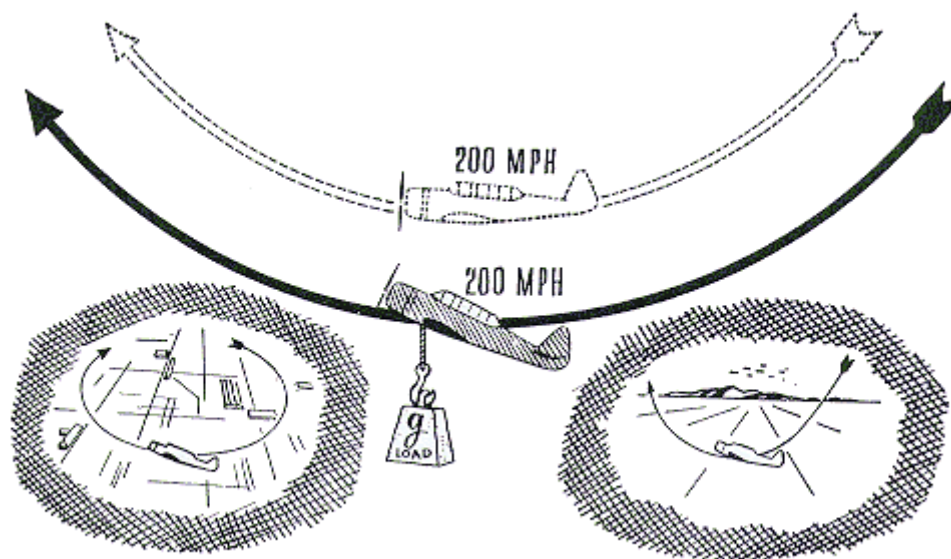
IL VOLO E IL FATTORE GRAVITA'

Quando la traiettoria di un aereo assume un andamento curvo, non importa in quale direzione, l'aereo stesso diventa più pesante che in volo rettilineo: esso si sovraccarica, per rendere l'idea, della forza centrifuga. C'è almeno un modo per descrivere il fenomeno che i piloti chiamano *fattore g*. A causa di questo peso addizionale che viene caricato a bordo, il comportamento dell'aereo nel volo curvo è differente da quello nel volo rettilineo, e deve essere considerato come una ulteriore diversa andatura dell'aeroplano.

Naturalmente questo *fattore g*, questa azione della forza centrifuga, non è tipica ed esclusiva dei soli aeroplani. Essa agisce su qualsiasi corpo in moto curvilineo. Essa però è particolarmente evidente su un aereo perché questo si muove così veloce, e perché il pilota è così straordinariamente libero di curvare a suo piacimento la traiettoria di volo a destra o a sinistra, in su o in giù, come gli pare. Appendiamo alla nostra mano un peso da un chilo con una funicella. Questo naturalmente ci tira in basso la mano con la forza di un chilo. Roteiamo lo stesso peso con traiettoria circolare: il peso eserciterà una trazione sulla nostra mano con la forza di parecchi chili. Questa forza addizionale non è peso vero e proprio, bensì forza centrifuga, e tuttavia agisce sulla nostra mano esattamente come se fosse vero e proprio peso.

Quando un aeroplano descrive una curva, accade la stessa cosa. L'unica differenza è che in questo caso ora il pilota è parte del peso che ruota, invece di essere il centro di rotazione, e che pertanto egli *sente* l'effetto in una diversa maniera: anche lui stesso diventa più pesante! Questo incremento nel proprio peso tende a confondere le idee ai passeggeri e agli allievi piloti! Ma la cosa da tenere a mente è questa: esattamente nel modo in cui il pilota diventa più pesante, allo stesso modo l'intero aeroplano diventa, naturalmente, più pesante nel corso di una virata: in una virata con angolo di banco a 45° , per esempio, la forza centrifuga produce un effetto come se il peso dell'aereo fosse stato incrementato del 40%. In una virata con banco a 60° , la forza centrifuga produce un effetto come se il peso dell'aereo fosse raddoppiato: per usare il gergo dei piloti, due *g* stanno agendo sull'aereo.

Nel volo curvo, pertanto, le ali dell'aereo non devono sostenere soltanto il peso normale dell'aeroplano, ma anche questo *fattore g*. Perciò quando un aereo, volando ad una determinata velocità, descrive una curva, esso deve volare con un angolo di incidenza *addizionale*, al fine di creare la portanza *addizionale* necessaria a sostenere questo "peso" *addizionale*. Il pilota, quando volando descrive una curva, determina questa incidenza supplementare esercitando una pressione all'indietro sulla barra, in modo da deflettere l'equilibratore verso l'alto. Se non lo facesse,



Il volo sotto fattore di gravità: le vignette mostrano le manovre che producono l'aumento del carico di gravità: virata, e richiamata da una picchiata. Il disegno tratteggiato mostra come questo particolare aereo volerebbe a questa determinata velocità, se non ci fosse un'accelerazione di gravità supplementare. Il disegno a linea continua mostra come esso effettivamente vola sotto il carico di gravità aggiunto. Notare l'equilibratore deflesso all'insù: il pilota tiene la barra tirata indietro per mantenere un'elevata incidenza.

la curva non avrebbe luogo, oppure l'aereo sprofonderebbe, in virata, sotto il "peso" di questo fattore g .

Consideriamo cosa significa questo. In qualsiasi virata, l'aereo tira su il muso, cioè vola ad elevato angolo di incidenza. Anche se possiede una velocità tale per cui in condizioni di volo rettilineo potrebbe volare a basso angolo di incidenza, esso si troverà in assetto cabrato nel momento in cui vira. Se la curvatura della linea di volo assume un andamento molto accentuato, l'aeroplano, sotto il sovraccarico del fattore g , può raggiungere valori di incidenza tali da portarlo allo stallo, anche se questo vola ad elevata velocità. Volando e virando ad angoli di banco molto accentuati e con virate molto strette, ad esempio, un aereo la cui velocità di stallo è di 50 nodi, stallerà a 80 nodi! In breve: un aereo in volo curvo è un aereo pesantemente sovraccaricato, e come tale si comporterà.

Non fa alcuna differenza, sotto questo punto di vista, se la curva è a destra, a sinistra, in alto o in basso! La richiamata dopo una picchiata da questo punto di vista è esattamente corrispondente a una brusca virata a destra o a sinistra: la forza centrifuga si va ad aggiungere al peso dell'aereo e lo sovraccarica. L'aereo tirerà su il muso in questa richiamata, e potrà anche raggiungere un'incidenza tale da determinare lo stallo, anche se la velocità è elevata, e se il muso punta decisamente in basso.

Capitolo 3

PORTANZA E SOSTENTAMENTO

La portanza è una delle cose più complesse di cui parlare a proposito del volo. Su nessun altro argomento c'è tanta differenza fra ciò che l'ingegnere dichiara e ciò che il pilota sa per esperienza. Ogni pilota sa, per esempio, che tutti gli aerei hanno più portanza nel volo veloce che nel volo lento. E quando un aereo va col muso in alto, egli sa bene che ha pochissima portanza: è per quello che va col muso per aria! Ma l'ingegnere chiama tutto ciò ignoranza pura. L'ingegnere infatti dichiara che la portanza di un aereo è sempre la stessa (a parte alcuni momenti di transizione) indipendentemente dal fatto che l'aereo voli lento o veloce, e in pratica indipendentemente dal fatto che voli in salita, in discesa o livellato. Il pilota risponde allora che potrà anche essere così "in teoria", ma che la teoria è solo teoria, punto e basta. In pratica, provate un po' a venire all'atterraggio un po' troppo veloci, e scoprirete come l'eccesso di portanza che avete vi porterà a spasso per tutta la pista! A questo punto, l'ingegnere ricomincia a parlare dell'angolo di incidenza, e l'attenzione del pilota comincia ad andare per la sua strada...

Il problema è puramente lessicale: piloti ed ingegneri non parlano la stessa lingua. La parola portanza significa una cosa per l'ingegnere, e una cosa del tutto diversa per il pilota. Tutte due queste accezioni, tuttavia, descrivono qualcosa di vero; e dal momento che la portanza, qualunque cosa sia, è fondamentale per il volo, vale la pena di esaminare cosa ciascuno intende per portanza e cosa ne sa.

L'IDEA DELL'INGEGNERE A PROPOSITO DELLA PORTANZA

L'ingegnere dà una definizione esatta della portanza. Dell'insieme delle forze che agiscono su di un'ala, la portanza è la componente che agisce in direzione normale rispetto a quella del volo. Nel volo rettilineo e livellato, ciò significa semplicemente la forza diretta verso l'alto che l'aria esercita sull'ala. In salite e planate standard, significa praticamente la stessa cosa. L'ingegnere fa una constatazione esatta a proposito della portanza: in condizioni di volo stabile, la portanza di un aeroplano è sempre equivalente al suo peso, indipendentemente dalla velocità del volo, e in pratica indipendentemente dal fatto che l'aereo voli livellato, in salita o in discesa¹.

¹ "In pratica": Quanto viene affermato qui è estremamente semplificato. In forma strettamente corretta, si dovrebbe leggere: Nel volo livellato "la somma di tutte le forze dirette verso l'alto" (invece che "la portanza") equivale "alla somma di tutte le forze dirette verso il basso" (invece che "al peso"). In tal modo si tiene conto del fatto che, in una salita, mentre l'aereo è puntato leggermente verso l'alto, la spinta dell'elica è pure diretta verso l'alto, ed in tal modo contribuisce a sostenere l'aeroplano, oltre che a tirarlo in avanti. Allo stesso modo, la resistenza è diretta leggermente verso il basso, e tende a trattenerlo un po' l'aereo in giù, oltre che a frenarlo; la portanza quindi non è proprio diretta precisamente in alto, ma agisce anche leggermente all'indietro. Analoghe considerazioni possono essere applicate alla planata. Ma finché noi consideriamo soltanto gli assetti di volo livellato, e di salite e discese stan-

Se un aereo pesante una tonnellata si trova in condizione di volo livellato, cioè non sta salendo, né scendendo, né sta volando in un *loop*, né sta eseguendo una virata, allora le sue ali stanno sviluppando una portanza pari ad una tonnellata, non 999 Kg, né 1001, ma esattamente 1000.

Questo concetto, quando correttamente assimilato, è in grado di far molta luce sull'arte del volo. Ci sono tuttavia due modi di considerarlo. Forse uno dovrebbe studiarsi la fisica elementare, le leggi del moto, della gravitazione, le leggi della caduta dei gravi, la differenza fra moto uniforme e accelerato. Certamente un istruttore di volo dovrebbe capire bene tutte queste cose, per evitare di dire sciocchezze. Sarà anche solo teoria per gente che lavora ad una scrivania, tuttavia è la pratica di tutti i giorni per gente che svolge il suo lavoro ai comandi di un aereo, muovendosi nelle tre dimensioni e con sei gradi di libertà.

UN'IMMAGINE "ESPLOSA"

Si potrebbe tuttavia considerare questo concetto - l'equilibrio fra la portanza e il peso di un aereo - anche in un modo più diretto, osservando attentamente come un aeroplano si comporta in volo. Tutti abbiamo visto disegni "esplosi" di una macchina, illustrazioni in cui questa è come smembrata, in modo tale che si possano distinguere i singoli pezzi, e tuttavia si possa anche cogliere come essi entrano in rapporto l'uno con l'altro. Bene, noi possiamo "esplodere" un oggetto complesso nel tempo oltre che nello spazio. Quella che segue è la sequenza "esplosa" nel tempo di come un aereo in volo adatta continuamente la propria portanza al proprio peso.

Partiamo con l'aereo in volo rettilineo e livellato, a velocità di crociera. Evidentemente, portanza e peso si trovano in reciproco equilibrio. Se non lo fossero, l'aereo non volerebbe stabilmente. Se la portanza fosse maggiore del peso, l'aereo si alzerebbe verso l'alto. Se il peso fosse maggiore della portanza, l'aereo comincerebbe a sprofondare. Il fatto stesso che non accade né l'una né l'altra cosa dimostra la condizione di equilibrio.

Supponiamo ora che il pilota riduca la velocità di, diciamo, 15 nodi. Supponiamo inoltre che egli mantenga l'assetto dell'aereo rigorosamente costante, agendo sui comandi e facendo tutto ciò che è necessario per mantenere il muso, rispetto all'orizzonte, esattamente nell'inclinazione che aveva prima. Ricordiamoci a questo punto che questa è una sequenza "esplosa", e che noi dobbiamo separare e presentare in sequenza di tempo una serie di eventi che in realtà accadono in pratica simultaneamente in una catena di cause ed effetti. Supponiamo a questo punto che accada qualcosa che in realtà non fa in tempo ad accadere: che cioè per alcuni

dard, possiamo trascurare questi affinamenti ed assumere che l'unica forza significativa che agisce sull'aereo diretta verso l'alto sia la portanza, e che l'unica forza significativa diretta verso il basso sia il peso. Ciò rende la trattazione molto più semplice, e conduce sempre ad inquadrare il nocciolo della questione.

istanti la traiettoria di volo rimanga livellata. Quale sarebbe la condizione di volo dell'aereo in questi istanti?

La traiettoria di volo, durante questi istanti, è la stessa di prima. L'assetto dell'aereo è lo stesso di prima. Pertanto il vento apparente impatta l'ala dalla stessa direzione di prima. Anche l'angolo di incidenza è quindi lo stesso di prima. Solo la velocità è cambiata. E poiché l'ala si muove ora nell'aria a minor velocità, sappiamo che svilupperà minore portanza. Il nostro aereo da una tonnellata è sostenuto, nel sorso di questi brevi istanti, da una portanza di, supponiamo, solo 800 chili.

Cosa accadrà ora?

L'aereo si comporterà esattamente come un oggetto pesante 200 Kg., e che si trova privo di sostegno nell'aria: cade. Il muso non punterà in basso, perché nel nostro esperimento ipotetico il pilota non consentirà che il muso cada verso il basso. Se il muso andasse giù, l'aereo acquisterebbe nuova velocità, e addio esperimento. No, l'aereo comincia semplicemente ad affondare, di piatto. Non è che discenda, *cade*; e c'è una bella differenza. L'ascensore in un edificio scende, ossia va giù ad una velocità controllata e prevista. Invece una pietra buttata giù dalla tromba dell'ascensore cade: va giù lentamente all'inizio, poi sempre più veloce, perché la gravità agisce su di essa e la accelera in basso, e la gravità non è contrastata da alcuna altra forza. L'aereo che non possiede sufficiente portanza rispetto al proprio peso si comporta come una pietra che cade: va giù lento all'inizio, poi sempre più veloce, acquistando ad ogni istante una velocità di discesa sempre maggiore, perché la gravità continua ad agire su quei 200 chili di materiale che non è tenuto su da niente. Se non accadesse nulla a fermare la discesa dell'aeroplano, questo si schianterebbe alla fine a terra con un bel botto - semplicemente perché il pilota aveva ridotto la velocità di 15 nodi!

In realtà, accade qualcosa che arresta la sua caduta; accade di fatto così prontamente che l'aereo si abbassa solo di qualche centimetro. Nel momento in cui l'aereo comincia a scendere, esso trova come un cuscino di nuova portanza, e ciò che crea questo cuscino è la caduta stessa dell'aereo! Il cadere crea portanza.

LA CADUTA AUMENTA L'ANGOLO DI INCIDENZA

Ecco ciò che accade. Quando inizia la caduta, il vento apparente comincia a modificarsi. Dal momento che l'aereo si muove ora nell'aria verso il basso, oltre che in avanti, il vento apparenta soffia ora verso l'alto rispetto all'ala, oltre che in direzione opposta. Ciò significa che l'angolo di incidenza aumenta. Anche se l'assetto dell'aereo non varia (il muso punta esattamente dritto all'orizzonte), l'angolo di incidenza cambia. Facciamo attenzione: l'angolo di incidenza è quello secondo il quale l'ala incontra l'aria. Maggiore è l'angolo di incidenza, maggiore è la portanza sviluppata. La perdita di velocità ha comportato carenza di portanza; ora l'aumento dell'angolo di incidenza ripristina quella portanza. Maggiore è la rapidità con cui cade l'aereo - sempre che il muso sia mantenuto livellato - maggiore diventa l'incidenza, e maggiore è la portanza addizionale che viene creata. In un istante l'aereo raggiunge una velocità di caduta per cui l'incidenza è co-

sì elevata che la portanza eguaglia nuovamente il peso; e da quel momento in poi non si comporta più come un grave in caduta libera, ma ancora come un aeroplano: esso è ancora pienamente supportato dalla portanza.

E ora dove andrà a finire il nostro aeroplano? A tutta prima si potrebbe ipotizzare che esso continui a volare livellato. Dato che la portanza eguaglia nuovamente il peso, potrebbe essere plausibile. Ma pensandoci meglio si vede che l'aereo non farà altro che rimanere nella condizione di volo in cui ha raggiunto una condizione di equilibrio: ha raggiunto l'equilibrio con la discesa, ed in discesa continuerà a stare. Ma sarà una discesa regolare e controllata, non una caduta libera ed in accelerazione. L'aereo si troverà ora nella condizione di volo prima descritta come "discesa di potenza".

Lo stesso ragionamento vale anche a rovescio. Se per una ragione qualsiasi l'aereo si trova ad avere più portanza che peso, partirà in alto come un pallone; ma salendo in alto, cambierà il vento apparente con conseguente riduzione dell'angolo di incidenza: la portanza subirà una riduzione eguagliando di nuovo il peso. L'aeroplano in tal modo recupera la condizione di equilibrio salendo, e, finché il pilota non modificherà qualcosa, rimarrà in volo ascendente.

Questo capita, per esempio, quando un bombardiere sgancia le sue bombe. Data la perdita di peso, vi è un improvviso surplus di portanza, e l'aereo va in su. Il pilota può eliminare l'eccesso di portanza portando il volantino in avanti, in modo da ridurre l'angolo di incidenza, oppure può ridurre la potenza; ma se non effettua nessuna azione e si limita a mantenere l'aereo nel medesimo assetto, ecco cosa capiterà. L'eccesso di portanza farà salire l'aereo, e la salita ridurrà l'incidenza, perché devierà il vento apparente in modo che soffierà dall'alto. In questo modo la portanza viene ridotta, e l'aeroplano si stabilizzerà in un volo in salita.

IN CONDIZIONI DI TURBOLENZA

Sostanzialmente la stessa cosa capita quando l'aeroplano vola in condizioni di turbolenza, con la differenza che la rottura dell'equilibrio peso-portanza non è causata da una variazione della velocità indicata o del peso dell'aereo, ma da una variazione dell'angolo di incidenza. Vale la pena di approfondire il concetto.

Supponiamo che l'aereo voli in un'ascendenza. Quando l'aria ascendente incontra l'ala, l'angolo di incidenza diventa temporaneamente maggiore perché l'aria soffia contro le ali con una componente verso l'alto, invece che soffiare diritta dal davanti. A causa dell'aumentata incidenza, si sviluppa nuova portanza. L'aeroplano si alza verso l'alto; i passeggeri sentono che l'aereo si alza sotto di loro con un sobbalzo che li fa sentire come più pesanti sui loro sedili; tuttavia questo movimento dell'aereo verso l'alto fa sì che il vento apparente soffi contro l'ala leggermente dall'alto, cosa che riduce l'incidenza, e conseguentemente la portanza. Viene ripristinato l'equilibrio, e l'aeroplano conti-

nua nel suo volo ascendente con regolarità verso l'alto, finché rimane nel flusso ascendente.

Ora, supponiamo che nel suo volo esca dalla zona di ascendenza, ed entri in una di discendenza. Non appena l'ala incontra l'aria che soffia verso il basso, l'incidenza che ne risulta è temporaneamente assai bassa, la portanza non è sufficiente a sostenere l'aeroplano, e questo cade: la caduta tuttavia incrementa l'incidenza e ripristina di conseguenza la portanza: esso si stabilizza quindi in un volo discendente, e vi rimane stabile finché non è uscito dalla discendenza, o finché il pilota non fa qualcosa a riguardo. Per tutto questo tempo, sia nell'ascendenza che nella discendenza, l'assetto dell'aereo era rigorosamente livellato.

Abbiamo visto che un aeroplano ricerca sempre quella traiettoria di volo che consentirà l'equilibrio fra la sua portanza e il suo peso. Ma ricordiamoci che queste sono state sequenze "esplose". In realtà, l'aereo non sobbalza bruscamente, a meno che non venga a trovarsi in ascendenze o discendenze di violenta intensità. In condizioni normali, l'adattamento della portanza al peso è un processo continuo e dolce. L'equilibrio stesso non è mai rotto di centinaia di chilogrammi, perché il processo di ripristino dell'equilibrio inizia non appena l'equilibrio stesso è rotto anche solo per pochi grammi.

QUANDO MANCA L'AEREO SOTTO I PIEDI

Tutto ciò consente di far nuova luce anche sul comportamento dell'aereo nello stallo. Quando le ali sono stallate, il processo di ricerca dell'equilibrio appena descritto non ha luogo.

Pensiamoci un attimo: quando un'ala è in stallo, l'aumento dell'incidenza non porta ad un aumento della portanza, ma ad una diminuzione della portanza. E questa è di fatto la definizione propria dello stallo: "la condizione di volo in cui un aumento dell'angolo di incidenza porta ad una diminuzione della portanza". Per questa ragione, quando un aeroplano in fase di stallo inizia la caduta, esso non riacquista per ciò stesso la propria portanza, come farebbe un aereo che non si trova in fase di stallo; l'aumento di incidenza causato dalla sua caduta in realtà distrugge la residua portanza! Questo causa una caduta ancora più accentuata, la quale causa un aumento di incidenza ancora maggiore, quindi una perdita di portanza ancora maggiore, e via così in un circolo vizioso. Dove l'aeroplano non in fase di stallo troverebbe, grazie alla sua caduta, il sostegno di nuova portanza, l'aeroplano stallato precipita sempre più. È questo fenomeno che causa quella ben nota sensazione, durante lo stallo, che vi manchi il sedile da sotto: è proprio così, il sedile vi manca proprio da sotto il sedere!

QUANDO L'AEROPLANO VA IN VITE

Ma non è tutto. Ciò che vale per l'aeroplano nel suo insieme vale anche per la sua ala destra e la sua ala sinistra singolarmente considerate. Nel normale volo, quando un'ala dell'aereo cade giù, per questo stesso fatto trova un sostegno di nuova portanza, che tende ad arrestarne l'ulteriore caduta; nello stesso tempo

l'altra ala, salendo, riduce la propria portanza evitando di continuare a salire. Questo cosiddetto "effetto di smorzamento laterale" è una costante fondamentale che aiuta moltissimo a rendere i nostri aeroplani sicuri e lateralmente stabili, quando a prima vista uno potrebbe aspettarsi che potessero essere ballerini come delle canoe.

Un pilota dovrebbe capire fino in fondo questo fenomeno. Ciò che causa il sostegno stabilizzante di portanza "extra", non è il fatto che l'ala è bassa, ma il fatto che essa sta andando in basso. Il movimento in basso fa sì che il vento apparente soffi verso l'alto; all'estremità alare, se il movimento verso il basso è alquanto brusco, anche il vento apparente verso l'alto sarà piuttosto vivace. L'allievo può sperimentare in fenomeno anche a terra, stendendo la braccia a guisa di ali, quindi inclinandole alternativamente da una parte e dall'altra: sentirà il vento apparente sulle palme e sui dorsi delle mani. Quando questo flusso di vento apparente, dovuto al movimento verso il basso dell'ala, si combina con il vento apparente diretto all'indietro, causato dal moto in avanti dell'aeroplano, risulta un vento apparente totale che soffia leggermente verso l'alto, contro l'ala che si abbassa. Così, tutte le volte che un'ala si abbassa, per questo stesso fatto essa aumenta il proprio angolo di incidenza. L'aumentata incidenza causa aumento della portanza, che frena la caduta dell'ala in basso. Non appena l'ala ha cessato la propria discesa, tuttavia, tutto quanto il fenomeno si annulla, esso cioè non tende a riportare nuovamente l'ala in alto. Questo effetto cioè non *stabilizza* l'aeroplano, non tende a riportarlo nelle normali condizioni; questo sarà ottenuto mediante altri effetti, che saranno esaminati nel seguito di questo libro. L'effetto di cui ci occupiamo qui semplicemente *smorza* il movimento dell'aereo, lo rende più stabile, meno ballerino e sensibile, meno pronto al rollio, quindi molto più facile da controllare.

Ma, quando l'aereo si trova in fase di stallo, questo effetto si inverte! Quando un'ala cade, incrementando così la propria incidenza, non trova per ciò stesso il sostegno di nuova portanza, ma al contrario distrugge ancor più la portanza che le rimaneva, e quindi continua a cadere. Contemporaneamente l'altra ala, salendo, riduce la propria incidenza, e può per ciò stesso uscire dalla fase di stallo, guadagnare portanza, e continuare a salire! Si vede quindi che un aeroplano in fase di stallo è instabile e non dispone di meccanismi di smorzamento: più un'ala cade, più tende a cadere.

Questa è la ragione per cui uno stallo può trasformarsi in vite. Le ali sono entrambe stallate. Una di esse cade: cadendo stalla ancora di più, quindi continua a cadere, quindi rimane stallata. Nello stesso momento l'altra ala comincia a guadagnare portanza, a salire, e per questo a guadagnare altra portanza. Gli ingegneri chiamano questo fenomeno *autorovesciamento*. Supponiamo che ciò accada ad una aereo in volo, mettiamo al lavoro anche la forza centrifuga, aggiungiamo gli effetti delle diverse resistenze sviluppate dalle due ali, e avremo il tipo di movimento noto come vite.

Prendiamo ora in considerazione ciò che il pilota intende per portanza. Il pilota non considera affatto la portanza nel significato che dà alla parola l'ingegnere. Egli intende invece un qualcosa di misterioso, qualcosa che si può percepire quando ci si siede ai comandi di un aereo e si vola con esso. Qualche volta l'aereo ce l'ha, altre volte no. Che ce l'abbia o meno, questa rimane della massima importanza per il pilota.

Cosa sarà questa misteriosa qualità? Sfortunatamente non ha nome (a parte l'essere erroneamente chiamata "portanza"). Molte cose ci sembrano meno misteriose se solo possiamo dar loro un nome. Uno potrebbe chiamarla "volabilità dell'aereo": quanto questo è lontano dallo stallare; oppure, se chiudessimo la manetta, per quanto lo potremmo tenere su senza perdere quota. Questo è ciò che interessa al pilota quando viene all'atterraggio sui tre punti². "Che io abbia troppa portanza?" significa in realtà: "non è che me ne andrò troppo a spasso, galleggiando sulla la pista, prima che l'aereo si decida a smettere di volare, a posarsi sulla pista e soprattutto a rimanerci?" Questo è il modo in cui un principiante sperimenta la problematica della "portanza". Arrivando sulla pista con un po' troppa "portanza", egli scopre che l'aereo non ne vuole sapere di posarsi a terra. Anche se le ruote vengono posate a contatto con la pista, l'aereo semplicemente rimbalza su dal terreno e ricomincia a volare. Può galleggiare così per tutto l'aeroporto, decidendosi ad appoggiarsi a terra giusto in tempo per andare a sbattere contro la recinzione!

IL MANTENIMENTO DELLA CAPACITA' DI VOLARE

Qualcuno potrebbe chiamare questo fenomeno come "mantenimento della capacità di volare". Ed è proprio questa caratteristica che interessa al pilota quando deve salire in fretta sopra degli ostacoli, o quando è arrivato corto e cerca di estendere la planata. "Avrò abbastanza portanza?" significa in tal caso: "Smetterà di volare e mi cadrà giù prima che abbia sorvolato la recinzione dell'aeroporto?" Anche questo è un bel problema per tutti i piloti: perché nel tentativo di evitare un eccesso di questa cosiddetta "portanza", uno si può facilmente trovare in un avvicinamento avendone troppo poca. E se da una parte un avvicinamento all'atterraggio con troppa di questa "portanza" può significare il danneggiamento dell'aeroplano e della reputazione, un avvicinamento in cui si rimane a corto di "portanza" significa che le ali andranno in stallo, e che si potrà cadere di muso, con conseguente fine di tutti gli altri problemi. Questa è la ragione per cui è così importante per il pilota avere proprio la giusta quantità di questa cosiddetta "portanza": né troppa, né troppo poca.

TROPPIA VELOCITA'?

Naturalmente si potrebbe chiamare questo fenomeno semplicemente "Eccesso di velocità rispetto alla velocità di stallo", e andrebbe bene. "Ho un mucchio di portanza" allora vorrebbe signifi-

² Con un carrello tradizionale o biciclo. [N.d.T.]

care: "Sto volando molto più veloce rispetto alla velocità minima necessaria per far volare questo aereo; posso fare tutte le capriole che voglio, e perdere un mucchio di velocità prima di dovermi preoccupare di stallare". E "ho poca portanza" dovrebbe significare: "Sto volando talmente lento che se perdo un altro po' di velocità stallerò." Questa è una buona spiegazione da usare nella confusione e nel fracasso di una vera lezione di volo. Ma non basta. Questa spiegazione è semplice e convincente solo perché in realtà non spiega proprio niente. I piloti dicono: "Nel volo lento un aereo ha pochissima portanza"; e in effetti dicono qualcosa con questa affermazione. Se sostituiamo "portanza" con "Eccesso di velocità rispetto alla velocità di stallo", l'affermazione diventa: "Quando si vola lenti, si vola ad una velocità che è solo di poco superiore alla velocità di stallo": cosa che significa pressoché nulla, e lascia comunque aperta la questione su cosa sia in realtà quella sorta di "portanza" di cui parla il pilota. In più, bisogna ricordare che un aereo non ha una velocità di stallo. La velocità alla quale un aereo stalla varia con il carico, in funzione della manovra che sta eseguendo, e per le diverse caratteristiche dell'aria. Così una velocità di 60 nodi può essere esuberante, oppure può non esserlo affatto!

LA RISERVA DI ENERGIA CINETICA

Ora, continuando nel nostro tentativo di capire questa misteriosa cosa che i piloti chiamano "portanza", potremmo tentare di chiamarla "possibilità di zoom³". Uno zoom è una salita estremamente ripida, così ripida che un aereo non è in grado di mantenerla come andatura costante, ma rallenta gradualmente. Man mano che rallenta, il pilota deve naturalmente incrementare l'incidenza tirando indietro la barra: altrimenti la traiettoria si livellerebbe e lo zoom cesserebbe. Per questa ragione uno zoom, se mantenuto abbastanza a lungo, andrà sempre a finire in uno stallo. "Ho un mucchio di portanza" potrebbe allora significare: "Ho abbastanza velocità, e sto volando a bassa incidenza, tanto che se in questo momento iniziassi uno zoom, lo potrei tenere a lungo e ripido, prima di stallare." E "ho poca portanza" potrebbe stare per: "Sono in una condizione di volo che mi porterebbe a stallare quasi subito se ora iniziassi uno zoom."

IL SURPLUS DI PORTANZA POTENZIALE

Allo stesso modo, si potrebbe chiamare questa cosa misteriosa come "Surplus di portanza potenziale". Nel volo stabile, la portanza di un aereo (quella vera, quella a cui pensa l'ingegnere, per intenderci) è sempre equivalente al suo peso. Ma tirando la barra indietro, e quindi obbligando le ali ad un maggiore angolo di incidenza, il pilota può determinare il verificarsi di una eccessiva portanza. Questa eccessiva portanza allora farebbe volare l'aereo in modo non stabile: essa tirerebbe in alto l'aereo secon-

³ Il testo inglese è chiaro ma traducibile con difficoltà. Nella terminologia anglosassone infatti uno "zoom" è una brusca cabrata effettuata dopo una picchiata, manovra che sfrutta quindi la riserva di energia cinetica accumulata con la precedente discesa.

do una traiettoria di volo curva verso l'alto, come in uno zoom, forse addirittura in un loop. "Ho un mucchio di portanza" potrebbe significare allora: "sono in una condizione per cui, semplicemente tirando indietro il volantino, potrei raddoppiare o triplicare la portanza se lo volessi, e farei in modo che questo aereo venisse sparato in alto, come se avesse ricevuto una gran spinta da sotto." E "Ho poca portanza" significherebbe: "Sono in una condizione di volo in cui otterrei soltanto un debole sovrappiù di portanza, e riuscirei a spostare di ben poco in alto la traiettoria di volo, anche se tirassi indietro il volantino fino a fondo corsa." E "non ho portanza per niente" significherebbe: "sono in una condizione di volo in cui, se solo tirassi indietro il volantino un po' di più, non otterrei nessuna ulteriore portanza, ma al contrario le ali stallerebbero, la portanza diminuirebbe, e l'aereo cadrebbe."

BASSA QUANTITÀ DI ANGOLO DI INCIDENZA

Così si potrebbe anche chiamare questa cosa misteriosa: "Lontananza dallo stallo". Ho poca portanza significa allora: "Sto volando vicino alla condizione di stallo." E "Ho molta portanza" significa: "Sono lontano dallo stallo".

Si potrebbe anche dire, in modo contorto e tuttavia rigoroso, "Bassa quantità di angolo di incidenza". Perché questa è la verità: così la chiamerebbe l'ingegnere.

Quello a cui pensa il pilota in realtà non è la portanza. Il fatto stesso che l'aereo non cade libero nell'aria prova che esso *possiede* portanza. Quello a cui pensa il pilota è l'angolo di incidenza che gli procura quella portanza. Quando il pilota dice "un mucchio di portanza", vuole dire in realtà che sta volando a bassa incidenza: sta volando veloce, e un basso angolo di incidenza è sufficiente a produrre abbastanza portanza da sostenere il peso dell'aereo. Quando il pilota afferma di avere "pochissima portanza" vuole dire che sta volando ad alta incidenza: sta volando lento, e occorre un elevato angolo di incidenza per produrre la portanza necessaria a sostenere l'aereo. Nelle manovre normali, il pilota vuole "un mucchio di portanza": vuole cioè volare a bassa incidenza, perché ciò significa che l'aereo sarà efficiente, sensibile ai comandi, veloce e sicuro. Ma quando viene all'avvicinamento per un atterraggio sui tre punti - che in realtà non è che uno stallo eseguito quando l'aereo vola a 10 centimetri da terra - allora egli desidera "non troppa portanza": vuole cioè volare ad un angolo di incidenza piuttosto elevato, in modo che un piccolo incremento di incidenza, ottenuto con una piccola ulteriore trazione verso l'indietro sul volantino, porterà le ali all'angolo in cui stalleranno.

Così, quindi, si dovrebbe chiamare la misteriosa cosa che i piloti chiamano "portanza": l'unica espressione veramente corretta a riguardo è "bassa quantità di angolo di incidenza", ma questa espressione naturalmente è troppo involuta per l'utilizzo pratico.

In questa trattazione noi la chiameremo arbitrariamente "sostentamento".

Nel momento in cui diciamo "sostentamento" invece di "portanza", tutti i modi di dire dei piloti diventano assolutamente veri e corretti, e l'ingegnere non può fare alcuna eccezione. È

vero infatti che nel volo veloce, quando le ali lavorano a basso angolo di incidenza e sono ben lontane dalla condizione di stallo, l'aeroplano possiede molto più sostentamento che nel volo lento. È vero che nel volo con il muso in su, tutto cabrato, l'aereo non ha praticamente sostentamento. Ed è ancora vero che, se venite all'atterraggio un po' troppo veloci, l'eccesso di sostentamento vi porterà a spasso per il campo. Una volta che si capisce che quella che i piloti normalmente chiamano "portanza" è in realtà sostentamento, o basso valore di angolo di incidenza, tutto quanto l'inghippo si risolve.

È interessante tuttavia notare che il pilota sente il bisogno di una parola per descrivere questa cosa - anche se la parola può essere stata scelta male. Questo dimostra che alla fine l'angolo di incidenza non è solo un concetto "teorico", ma comprova che anche per il pilota - come pure per l'ingegnere - è il punto cruciale di tutta la problematica del volo. Se parliamo ad un pilota di angolo di incidenza, otteniamo soltanto uno sguardo perso. E tuttavia, un attimo dopo, lui ci risponderà a proposito di quella che chiama "portanza", e che noi qui chiamiamo "sostentamento", e ci spiegherà che è questa a fare la differenza quando si vola; e, dal momento che il sostentamento altro non è che basso angolo di incidenza, quello di cui lui ci sta parlando in realtà non è che l'incidenza!

Capitolo 4

L'ISTINTO DEL VOLO

La cosa importante da studiare a proposito del sostentamento non è ciò che lo costituisce, perché questo è già stato detto: esso è il basso valore di angolo di incidenza. La cosa importante che si deve studiare è il come esso può essere percepito.

Perché questa è forse la cosa in cui è più difficile acquisire abilità in tutta la problematica dell'arte del volo: sentire la "portanza"¹, saper valutare la saldezza del nostro sostentamento, l'"istinto" che il pilota deve avere per l'angolo di incidenza del suo aereo, l'abilità a riconoscere quanto l'aereo è vicino alla condizione di stallo: ecco ciò che i piloti di solito chiamano "istinto del volo".

Il pilota ha bisogno di questa sensibilità al sostentamento praticamente in ogni istante di ogni manovra. Il pilota ha bisogno di essa soprattutto quando viene all'atterraggio sui tre punti, dal momento che un atterraggio sui tre punti si fa con l'aeroplano stallato (o giù di lì); pertanto l'aereo deve giungere vicinissimo allo stallo anche in fase di avvicinamento. E quante volte ci è capitato di livellare la "retta" per l'atterraggio, e di trovarci con un mucchio di sostentamento in più del necessario e di cui non sospettavamo la presenza, senza aver nessuna maniera per liberarcene in fretta? Il pilota necessita di questo istinto del sostentamento anche quando è ora di partire da un aeroporto poco comodo; e, anche se qualche volta non lo capisce, ne può aver bisogno anche durante una virata. La sua vita è legata a questa capacità di intuire la "portanza" ovvero la sua mancanza: molti incidenti capitano sono perché è mancata al pilota questa percezione del sostentamento, così è andato in stallo o in vite.

L'allievo pilota percepisce tutto questo in modo assai vago. Intuisce che necessita di questa capacità di percezione, ma sa anche di non averla. Capisce che non deve stallare, però capisce anche di non saper dire quanto è vicino allo stallo. Così si sente come un cieco che cammina vicino a un precipizio.

L'istruttore, alquanto stranamente, non parla un gran ché dell'argomento, e i "sacri testi" lo trascurano pressoché del tutto. I manuali di addestramento per i piloti vi prestano poca attenzione, e il libro "Teoria del Volo" non ne parla proprio².

Questo fatto probabilmente spiega molto di quel vago senso di frustrazione che coglie molti allievi piloti durante l'addestramento. L'allievo capisce che si tace su qualcosa di importante, che soltanto poche domande poste, e poche risposte date,

¹ Ho mantenuto nella traduzione lo stesso tipo di interpunzione del testo originale. L'autore infatti parla di "portanza" (fra virgolette) quando si riferisce a quello che nel precedente capitolo è stato definito come "sostentamento". Vuole cioè sottolineare che si parla impropriamente di "portanza", ma nello stesso tempo continua ad utilizzare questo termine, come la maggior parte dei piloti effettivamente fa quando discute dell'argomento.

² Si tratta evidentemente di un testo "Theory of Flight" in uso negli stati uniti negli anni '40 e '50.

potrebbero eliminare il problema; tuttavia è così disorientato, che non riesce neppure a fare le domande pertinenti.

Pertanto, noi ora porremo una delle questioni chiave in tutta la problematica dell'arte di volare: "come fa un pilota a sapere quanto è lontano dallo stallo, e quanto sostentamento gli resta?". E ci prenderemo tutto il tempo necessario per dare una risposta esauriente.

LA VELOCITA'

Il punto di partenza più importante è la velocità. Quello che noi chiamiamo sostentamento, o basso valore di angolo di incidenza, o fermezza della capacità di volare in realtà sono quasi la stessa cosa della velocità: volo veloce significa volo a bassa incidenza, volo lento significa alta incidenza. Velocità e sostentamento, tuttavia, non sono sempre la stessa cosa. L'angolo di incidenza a cui un aereo deve volare dipende anche dal carico. Se pesantemente caricato, l'aereo necessita di maggior incidenza (a parità di velocità) che se caricato appena, e pertanto possiede (alla stessa velocità) una minor riserva di sostentamento: è cioè più vicino allo stallo. E da questo punto di vista, la forza centrifuga che si sviluppa in una virata o in una richiamata da un'affondata (il fattore "g") si comporta come se fosse peso vero e proprio. In una virata o in una richiamata, il peso dell'aereo aumenta, e parimenti deve aumentare la sua incidenza, in modo che la sua riserva di sostentamento cala, ed esso si viene a trovare più vicino allo stallo, anche se la velocità non è calata. Nel volo rettilineo e livellato, tuttavia, velocità e sostentamento sono la stessa cosa: se un pilota è in grado di apprezzare la propria velocità, egli può apprezzare anche la sua "portanza" ossia il sostentamento.

La velocità rispetto all'aria è quella che conta, naturalmente, non la velocità rispetto al suolo. Il pilota quindi non può valutare semplicemente osservando il terreno, come uno in una macchina giudica la velocità guardandosi intorno. L'effetto della deriva infatti lo farebbe sbagliare. Il vento in coda gli darebbe la sensazione di alta velocità dell'aria, il vento frontale una sensazione ugualmente errata di bassa velocità. E ad alta quota tutte le valutazioni sulla velocità si fanno così aleatorie da risultare senza impiego pratico.

LA CAUSA

Non si può vedere l'aria: per questo non si può vedere neppure la velocità dell'aria; ecco perché il pilota, come un cieco, deve sviluppare un sesto senso riguardo a ciò che i suoi occhi non possono vedere.

Prima di tutto può farsi un'idea col ragionamento logico. "Sono a tutta manetta, il muso punta in alto solo un poco: dovrei quindi avere una buona velocità." Oppure: "La manetta è chiusa. Il muso punta decisamente in alto: non dovrei avere una gran velocità." Ma questo tipo di logica può essere ingannevole. Per esempio, durante un decollo e una salita da un aeroporto dell'ovest ad alta

quota³, l'apertura di tutta la manetta non produrrà la solita spinta, perché l'aria è troppo rarefatta. Un pilota che punterà il muso in alto come è abituato a fare, confidando nel fatto che ha dato tutta manetta, stallerebbe. Inoltre, vi sono certe manovre (che verranno esaminate altrove), in cui un aereo può stallare anche con il muso puntato in basso. Così, se un pilota tenta di dare un giudizio servendosi del ragionamento, deve prima essere sicuro che il ragionamento è corretto, e che tiene conto di tutti i fattori.

Forse il più palpabile di questi fattori è il fattore "g". Quando un aereo, volando ad una determinata velocità, effettua una virata caricandosi di forza centrifuga, assumerà una maggior incidenza, avvicinandosi di conseguenza allo stallo. Abbiamo già parlato di questo. Ma non è tutto. Con un angolo di incidenza maggiore, le ali esercitano maggiore resistenza, quindi l'aereo rallenterà, a meno che non venga data tutta manetta. L'aereo quindi assumerà una incidenza ancora maggiore, avvicinandosi ulteriormente allo stallo! Pochi piloti capiscono veramente quanto reale e pericoloso sia questo effetto. Quasi tutti i piccoli aerei, a pieno carico e con la potenza regolata a velocità di crociera, di fatto non sono in grado di mantenere indefinitamente una virata con un angolo di bank di 45° o più. L'effetto ora descritto rallenterà gradualmente l'aereo, durante la virata, così la barra sarà tirata sempre più indietro, finché alla fine, dopo una ventina di virate, stallerà: stallerà, attenzione, ad assetto livellato e a potenza di crociera!

Queste ragioni rendono altamente aleatoria ogni valutazione sulla velocità fatta in base alla posizione della manetta, al rombo del motore e alla posizione del muso dell'aereo.

IL RUMORE

Una buona chiave per valutare la velocità è il rumore che c'è in volo - specialmente su un aliante. Il sibilo, il soffio, il fischio dell'aria sulla pelle dell'aereo, sui finestrini, su cavi e tiranti cambia al variare della velocità, e in genere si fa più basso e più contenuto al rallentare della velocità. Il pilota presta attenzione sia al tono di questi rumori, che gli indicano la velocità, sia alle loro variazioni, che gli dicono se la velocità sta aumentando o diminuendo.

Gli alianti vengono pilotati in larga misura valutando il loro sibilo. I vecchi biplani con la cabina aperta venivano pilotati ascoltando il fischio dei cavi di controvento: si diceva che se un allievo pilota si concentrava su uno di questi, e avesse rallentato pericolosamente durante l'avvicinamento, i tiranti gli avrebbero intonato una melodia in tono calante: "Mi avvicino, o Signore, a Teeeeee ...": proprio un avviso di stallo come si deve.

Anche nelle moderne cabine di pilotaggio, il rumore aiuta. Alcuni piloti aprono il loro finestrino, quando iniziano l'avvicinamento, così possono concentrarsi meglio sul rumore. Su un aereo a cui è abituato, il pilota spesso riconosce alcuni suoni

³ L'"aeroporto dell'Ovest" tiene evidentemente conto della geografia degli Stati Uniti. Da noi sarebbe corretto parlare di un aeroporto di montagna.[N.d.T.]

particolari che si sentono solo a certe determinate velocità: per esempio, ad una buona velocità di avvicinamento, oppure ad una velocità pericolosamente bassa. Può trattarsi di un tintinnio, o dello sbattere della tela contro qualcosa, o di un ronzio. Molti aerei emettono un sibilo, o una specie di ululato, un attimo prima di "lasciarsi andare" ad uno stallo. Questi suoni sono naturalmente del tutto casuali, e variano da aereo ad aereo. Comunque è stato proposto in modo serio che gli aerei vengano dotati di una specie di strumento musicale simile ad un'arpa aerodinamica, su cui il vento apparente suoni note differenti in funzione delle differenti velocità dell'aria!

Anche l'orecchio non addestrato dell'allievo pilota può facilmente captare ed interpretare i rumori del volo. Il problema è che l'allievo non vi presta attenzione. Nella sua vita sulla terra, egli giudica la velocità con gli occhi; quando è in volo non pensa di giudicare la velocità dell'aria con niente se non a naso. Inoltre, ciò di cui egli ha soprattutto bisogno è un'allarme quando sta rallentando troppo; tuttavia al cadere della velocità, anche il rumore diminuisce, e quando il rumore diminuisce, anche la sua attenzione viene a mancare. Il più gran segnale di pericolo è il nulla, ossia il silenzio: esso però viene più facilmente trascurato di quanto non sarebbe un gran rumore. Nella vita sulla terra, il silenzio tende a dare sicurezza; molto rumore invece significa pericolo. In aria, è esattamente l'opposto.

Ma questo è il nocciolo che costituisce l'addestramento al volo: il pilota non deve sviluppare nuovi sensi, ma deve imparare ad usare i suoi vecchi sensi per uno scopo nuovo e differente. In particolare, egli deve liberarsi della predominanza della vista, e imparare ad usare di più l'udito, il tatto, l'orecchio interno con le sue informazioni su accelerazione ed equilibrio. Spesso in volo la vista fornisce un'impressione, mentre gli altri sensi ne forniscono una del tutto diversa. In una virata in planata, per esempio, il muso può avere un assetto decisamente a picchiare, e il pilota, in base a ciò che vede, può essere convinto che vi sia abbondanza di velocità. Ma questa può in realtà essere pericolosamente bassa (a causa di varie ragioni, di cui si è già parlato), e l'orecchio può cogliere allora questa mancanza di velocità. Si può così verificare un conflitto fra le informazioni fornite dalla vista e dall'udito. Il condizionamento dato fin dalla nascita dalla vita sulla terra, porterebbero a questo punto il pilota a dar retta ai suoi occhi: ma se egli ha abbastanza esperienza di volo, crederà alle sue orecchie.

Sfortunatamente, i rumori del volo non sono un buon indizio nella condizione di volo in cui si sviluppa la maggior parte degli incidenti dovuti a stallo e vite: il volo a piena potenza. Qui il rumore del motore copre altri rumori che sono maggiormente rivelatori. Lo stesso rumore del motore varia con la velocità: se l'aereo rallenta per una salita eccessiva, si sente il motore che "lavora". L'orecchio coglie senza difficoltà un aumento o una diminuzione di 50 giri. Tuttavia è possibile stallare con il motore che gira al regime di crociera, cioè con un rumore del tutto normale. Di fatto, il falso senso di sicurezza dato da un vivace rumore del motore è probabilmente una delle cause che contribuiscono agli usuali incidenti per stallo e avvistamento.

LA RISPOSTA DEGLI ALETTONI

Potenza al massimo o al minimo, la sensibilità agli alettoni è un indizio per capire la velocità. Minore è la velocità dell'aria, maggiore è il movimento a destra o a sinistra che la barra deve fare per ottenere il risultato desiderato, e più sono lenti questi risultati a farsi sentire. Nel volo molto veloce, la barra diventa come rigida, e se la osserviamo mentre facciamo oscillare le ali, a fatica noteremo un movimento reale. Nel volo lento, la barra diventa tenera, e se cercheremo di dondolare le ali allo stesso ritmo di prima, noteremo che la barra ruota di un angolo notevole a destra e a sinistra. Qualcosa di simile avviene anche per i movimenti avanti e indietro, ma ne parleremo più tardi. Anche la pedalliera diventa più tenera mentre la velocità cala; ma sia il timone di direzione sia l'equilibratore lavorano nel flusso dell'elica, quindi sembreranno rigidi quando viene data potenza, anche se la velocità dell'aria è magari piuttosto bassa. Solo gli alettoni lavorano nel reale flusso dell'aria del volo, e non sono interessati dal flusso di alcuna elica.

Su alcuni vecchi tipi di aeroplani, gli alettoni normalmente andavano "fuori uso" mentre l'aereo si avvicinava allo stallo, essi cioè diventavano completamente inefficienti, e la barra poteva essere spostata liberamente a destra o a sinistra, come se i cavi di comando fossero stati disconnessi. Questo era un indubbio allarme di stallo, e non era probabile che passasse inosservato, neppure da parte di un pilota particolarmente disattento. In ogni caso era anche un pericolo piuttosto serio, perché significava la perdita di possibilità di controllo laterale in caso di stallo. Sugli aerei moderni, il progettista cerca di assicurare al pilota un minimo di controllo laterale anche in fase di stallo; questo rende l'aereo molto più sicuro in condizioni di stallo o quasi-stallo, ma significa anche che gli alettoni non vanno più "fuori uso", e quindi non forniscono più un così chiaro avviso dello stallo.

LA PERCEZIONE DELL'INCIDENZA

Il pilota può tener d'occhio il sostentamento del suo aereo anche con un sistema più diretto. In ultima analisi, sostentamento o cosiddetta "portanza" equivalgono ad un basso valore dell'angolo di incidenza: e ci sono sistemi per percepire l'incidenza in modo diretto. Ad incidenze diverse, il flusso dell'aria sull'aereo è naturalmente del tutto diverso. A bassi valori dell'incidenza, il vento apparente soffia dalla direzione in cui punta il muso dell'aereo. Ad alta incidenza, il vento apparente viene contro l'aereo più dal basso. Questi differenti flussi d'aria producono tutta una serie di differenti indizi. Le variazioni nel rumore del volo, di cui abbiamo già parlato, sono in parte dovute a questo: non solo la velocità del flusso dell'aria cambia al variare della velocità, ma cambia anche la direzione di questo flusso. Le varie turbolenze, rimescolamenti e vortici dell'aria si svilupperanno in certe parti dell'aereo ad una determinata incidenza, e spariranno ad una diversa incidenza.

Dal momento che la direzione del flusso dell'aria varia al variare delle condizioni di volo, il pilota a volte può *fiutare* lo stallo che arriva! Ad alta incidenza (bassa velocità, basso sustentamento) odori ed aria calda dal motore possono essere portati dal vento fino al naso del pilota. Oppure una diversa circolazione dell'aria può svilupparsi nella cabina, in modo che il pilota sente odore di benzina, o di pulviscolo che viene su dal pavimento.

E ci sono altri indizi, tutti dovuti alla diversa direzione del flusso dell'aria quando l'aereo vola a bassa incidenza. In certi aerei, nel volo lento l'aria colpisce la coda ad un angolo tale che si sviluppa una vibrazione ad alta frequenza che il pilota può percepire sulla barra: non una vibrazione violenta come quella caratteristica dello stallo vero e proprio, ma qualcosa che si trasmette alla punta delle dita come se stessimo toccando uno strumento musicale che vibra.

MARCIA DURA E MARCIA MORBIDA

Il "passo" di un aereo cambia ai diversi gradi di sustentamento, ossia al variare della velocità e dell'angolo di incidenza. A parte la differente sensazione sui comandi e la loro diversa risposta, cambia completamente il modo di sentire tutto l'aeroplano, e se ne può accorgere anche l'occupante di un sedile passeggeri, ammesso che sia un pilota, o ammesso che sia al corrente di queste problematiche.

Come al solito con questo tipo di "indizi", l'allievo può coglierli meglio esaminando prima i casi estremi. Un aereo molto veloce, volando in una zona di normale turbolenza, continua a trasmettervi sobbalzi dal basso, e poi all'improvviso vi tira in giù per la cintura di sicurezza. Ma provate a volare con lo stesso aereo rallentato fin quasi alla velocità di stallo, pur nella medesima turbolenza, e ancora avrete un certo su e giù, ma le cadute sono soffici, e le risalite non hanno alcuna violenza. Questa è la ragione per cui, in forti turbolenze, un pilota dei normali aerei civili è costretto a rallentare: alla normale velocità di crociera l'improvviso e violento aumento della portanza, dovuto alle ascendenze, potrebbe causare un eccessivo sforzo alla struttura delle ali.

Il fatto che lo stesso aereo, volando per le stesse turbolenze, sia così minimamente soggetto a queste scosse è dovuto ad un complesso di ragioni aerodinamiche e matematiche; ma piuttosto che stare a spiegare il fenomeno, quel che ci interessa ora è spiegare come esso fornisca al pilota un indizio a riguardo della "portanza" ossia del sustentamento. Riduciamo questo effetto ad una scala piccolissima, e potremo capirlo: il diverso passo di un aereo a velocità alta o bassa, a basso o elevato valore dell'incidenza. L'aria non è mai perfettamente immobile. Quando un aereo percorre 2 o 3 miglia al minuto, esso attraversa migliaia di piccoli nuclei di turbolenza. Ed esso si comporta, rispetto a quelle turbolenze in miniatura, esattamente come con le grandi: ha una andatura ruvida, dura, piena di vibrazioni ad alta velocità e a bassa incidenza, mentre ha un'andatura soffice, da "mano morta" a bassa velocità ed elevata incidenza.

Che un pilota possa essere in grado di percepire queste piccolissime differenze potrà sembrare sorprendente. Ma non lo è più del fatto che siamo, ad esempio, in grado di accorgerci dei diversi tipi di manto stradale su cui guidiamo un'automobile. La macchina ha pneumatici di gomma, molle, ammortizzatori e sedili imbottiti, eppure percepiamo, attraverso tutto ciò, le diverse sensazioni che ci trasmettono terra battuta, asfalto o ghiaia. Sull'aereo, noi stiamo seduti praticamente sull'ala, senza alcun molleggio. È bensì vero che negli aeroplani con un elevato carico alare l'effetto è meno marcato che in quelli con un carico alare modesto, per le stesse ragioni di natura aerodinamica e matematica che rendono il più caricato dei due aerei, posto che entrambi volino alla stessa velocità, meno disturbato da raffiche e turbolenze. E questo sembra andare d'accordo con l'osservazione dei piloti che questo tipo di aerei "è meno sensibile", e che obbligano il pilota a ricorrere molto di più all'anemometro. E questo, per contro, sembra comprovare che l'andatura di un aereo è una chiave importante per intuire velocità e sostentamento; e che, anche se il pilota non vi fa caso, egli la sente ed essa lo aiuta a farsi un'idea a riguardo.

LA PRESSIONE ALLA BARRA

Un altro indizio riguardo all'angolo di incidenza, quindi al sostentamento, è la pesantezza del muso dell'aereo, così come ce la trasmette la barra, quanto cioè dobbiamo tirarla indietro per impedire al muso di andar giù. Come è illustrato in altra parte del testo, l'equilibratore orizzontale tende a mantenere l'aereo sempre ad un certo angolo di incidenza: normalmente a quel basso valore che corrisponde alla velocità di crociera. Se l'aeroplano si trova a volare ad un valore di incidenza più elevato (quindi più vicino allo stallo), esso deve esser portato a quell'angolo portando indietro la barra, e deve essere mantenuto a quel nuovo angolo tirando la barra stessa, con una continua trazione all'indietro. Per questo ad un buon aeroplano non capiterà mai di rallentare e di volare autonomamente ad alta incidenza. Esso dovrà venire rallentato dal pilota, dovrà essere *fatto volare* ad elevata incidenza dal pilota, per mezzo di un continuo sforzo di trazione all'indietro sulla barra. Maggiore sarà l'angolo di incidenza, più pesante sembrerà il muso al pilota, e maggiore sarà lo sforzo sulla barra per evitare che cada giù il muso, cosa che gli farebbe riprendere velocità fino a ripristinare l'originario angolo di incidenza.

Molti piloti chiamerebbero questo il più importante indizio, singolarmente considerato, riguardo alla "portanza". Però potrebbe rivelarsi un po' fuorviante. Il comando del trim infatti può falsarlo. Quando il pilota regola il trim per un assetto a cabrare, quello che in realtà fa non è che deflettere l'equilibratore verso l'alto senza dover mantenere una continua pressione sulla barra con le sue mani. In questa situazione l'aereo continua ad essere "realmente" pesante di muso, ma il pilota non se ne accorge. Esso si trova ad elevata incidenza e vicino allo stallo, ma i comandi sono leggeri come in crociera. In queste condizioni basta soltanto una leggera pressione all'indietro sulla barra per forzare l'aereo

ad un pericoloso angolo di incidenza, quindi allo stallo. Così la pesantezza di muso è un segnale della carenza di sostentamento solo se il pilota si ricorda di come è regolato un quel momento il comando del trim, oppure se controlla con una rapida occhiata l'indicatore della posizione del trim che è montato sulla maggior parte degli aeroplani.

I GROSSI AEREI "NON HANNO SENSIBILITA'"

E si dovrebbe aggiungere una ulteriore precauzione: un aereo grosso e pesante normalmente diventa instabile quando rallenta ed è portato ad elevati valori dell'incidenza con la potenza inserita: in tal caso, aerei di questo tipo non hanno nessuna intenzione di tornare ad un basso valore dell'incidenza riguadagnando velocità, ma possono continuare a rallentare fino allo stallo. Potrebbero diventare non pesanti di muso, ma pesanti di coda! Pertanto, il pilota ai comandi durante il volo lento ad alta incidenza, quindi in condizioni di sostentamento critico, potrebbe non necessariamente esercitare una trazione all'indietro del volantino: questo potrebbe apparire inerte, o addirittura richiedere una pressione verso l'avanti! Questo fatto rende le reazioni del volantino di fatto inutili per monitorare le condizioni di volo su questo tipo di aerei, e questa è forse la ragione principale per cui questi aerei sono difficili da far volare al meglio, ed è quasi impossibile farli volare correttamente senza una piena fiducia nelle indicazioni dell'anemometro.

ATTENZIONE ALLA MANO CHE SCAPPA INDIETRO

Ed ora occupiamoci di un'altra precauzione da prendere a riguardo della pesantezza di muso dell'aereo, intesa come indice del sostentamento. Supponiamo che un pilota stia eseguendo un avvicinamento in planata. La sua attenzione è concentrata soprattutto sulla pista e magari sul traffico, egli pertanto si rende conto della velocità di planata e della sua riserva di sostentamento soprattutto in base alla pesantezza di muso dell'aereo, cioè da quanta trazione verso l'indietro è richiesta per tener su il muso. Questo sforzo di trazione verso l'indietro gli sembrerà più o meno costante, e questo lo porterà a credere di mantenere accuratamente una velocità di planata costante e sicura. In realtà è perfettamente possibile che egli gradualmente rallenti fino allo stallo.

Come questo può accadere è meglio illustrato per mezzo di una sequenza "esplosa". All'inizio, quando la manetta è stata chiusa ed ha avuto inizio la planata, il muso dell'aereo è puntato un po' troppo in su. Come la velocità viene a mancare, esso tende ad abbassarsi. Il pilota, nel tentativo di mantenere tutti i parametri di volo costanti, reagisce portando la barra un po' più indietro. Questo serve a trattenere il muso in su, ma significa un'ulteriore perdita di velocità, in seguito alla quale il muso tenderà di nuovo ad abbassarsi. Il pilota allora tira la barra ancora un po' più indietro, e di nuovo ha successo nel tener su il muso, ma a costo di un'altra perdita di velocità, e così via. Immaginiamo questa sequenza non come il susseguirsi di fasi staccate le une dalle altre, ma come un continuo e costante divenire di cause ed effetti,

e potremo vedere come un pilota, mantenendo una pressione all'indietro continua e costante sulla barra, possa non di meno tirarla gradualmente troppo indietro, fino a cacciarsi in uno stallo.

Si potrebbe obiettare che la cosa non può accadere così come la abbiamo descritta: il pilota noterebbe infatti, man mano che le mani si sposta indietro, che la forza richiesta per tirare la barra diventa sempre maggiore.

Un *buon aereo* diventa sempre più pesante di muso con l'aumentare dell'incidenza e richiede pertanto una pressione all'indietro sulla barra sempre più forte. Pertanto una quantità costante di pressione all'indietro non può portare la barra indietro fino a fondo corsa: sarebbe necessaria una quantità di pressione all'indietro in costante aumento per far ciò. Ma non tutti gli aerei sono *buoni aerei*, sotto questo punto di vista. Vi sono aeroplani in cui la mano può scappare inavvertitamente indietro fino a fondo corsa con relativa facilità, senza richiedere un sensibile sforzo aggiuntivo man mano che arretra. Addirittura ci sono piccoli aerei il cui volantino diventa leggero verso la fine della corsa all'indietro, proprio prima dello stallo. Ancora, la sensazione del pilota riguardo alla quantità di pressione all'indietro che sta esercitando non è del tutto affidabile: il braccio si stanca durante una lunga planata di avvicinamento; il pilota cambia impugnatura una o due volte. Aggiungiamo a questo la naturale tendenza del pilota a tirare sempre indietro la barra in condizioni di emergenza, quando lo stramaledetto terreno si fa vicino, e si può ben capire che la pesantezza di muso in sé non è sempre un indizio affidabile riguardo al sostentamento.

Quindi, planando lentamente a bassa quota, e specialmente in una situazione di tensione, il pilota farà bene a fermare subito la sua mano e ad accertarsi che non la sta lasciando venire troppo indietro. Se a questo punto l'aereo cade di muso, questo è il segnale che si stava gradualmente cacciando in uno stallo, proprio nel modo appena descritto; il rimedio è quello di tenere la barra con sforzo sempre uguale, e lasciare che il muso assuma l'assetto che gli è proprio.

LA POSIZIONE DELLA BARRA

Il modo più giusto, secondo la mentalità dell'ingegnere, per tener d'occhio il proprio sostentamento, è con la *posizione*, piuttosto che con la *sensazione* della barra. Agli istruttori però questa affermazione non piace. Di questi tempi è considerato sbagliato parlare, o persino pensare, alla *posizione* dei comandi o a come questi si muovono. Si pensa che noi dobbiamo badare soltanto alla *pressione* che esercitiamo sui comandi, perché questo modo di pensare va bene per farsi meglio la mano, e per ottenere un'azione di controllo più dolce. Ma rimane il fatto che la posizione del volantino è un indicatore piuttosto esatto del sostentamento, almeno su aerei semplici e ben bilanciati come sono gli addestratori primari o gli aerei "da famiglia" per privati.

E questa è la ragione: il "sostentamento", ricordiamolo, non è che il *basso valore dell'angolo di incidenza*. Ma il comando che governa l'angolo di incidenza è l'equilibratore. Con la barra in

una certa e determinata posizione in senso longitudinale, l'aereo ben bilanciato assumerà subito una certa particolare incidenza; e vi rimarrà finché la barra rimarrà in quella posizione. Più viene indietro la barra, maggiore sarà l'incidenza dell'aereo. Ad una certa incidenza, che l'aereo salga o voli livellato o scenda, non dipende, come pensano molti allievi alle prime armi, dalla posizione della barra, ma esclusivamente dalla regolazione della manetta. La posizione della barra quindi, dato che *determina* l'incidenza, allo stesso modo indica l'incidenza stessa, mostrando quindi ciò che il pilota vuole sapere: il suo sostentamento o "portanza", ossia quanto egli è distante dallo stallo.

Ad esempio, un pilota vuole sapere, durante una planata molto lenta, quanto gli manca allo stallo. Sappiamo che lo stallo non è che una condizione di volo caratterizzata da eccessiva incidenza. Per quanto l'assetto di un aereo possa essere sballato, esso non può stallare se le sue ali non incontrano l'aria ad un angolo di incidenza eccessivo. E le ali non si troveranno all'incidenza dello stallo se le alette dell'equilibratore, laggiù in coda, non sono abbastanza deflesse all'insù per forzare l'aereo a quell'incidenza e a rimanervi. Pertanto, se il pilota in cabina non tira indietro la barra fino ad una certa posizione e non ve la mantiene, l'aereo *non può stallare!* Trovare poi quale sia esattamente quella posizione per ogni tipo di aereo, è propriamente affare del pilota, quando "fa il passaggio" su quel tipo di aereo. Nella maggior parte dei modelli la posizione corrispondente allo stallo si trova piuttosto indietro, vicino allo stomaco del pilota; così il pilota può giudicare quanto gli manca allo stallo, semplicemente osservando la distanza fra mano e stomaco.

In un buon aereo, si potrebbero davvero marcare le diverse posizioni della barra, in senso longitudinale, in funzione del sostentamento, o "portanza", o come il pilota la vuole chiamare. Quel certo punto di arretramento potrebbe venire marcato "stallo". Un'altra posizione, qualche centimetro più avanti, potrebbe essere marcata "molto cabrati", ed un'altra ancora un po' più avanti "salita standard", con una buona e salutare portanza ed un rateo di salita altrettanto buono e salutare. Ancora un'altra posizione un po' più avanti sarebbe marcata "crociera - sostentamento stabile, portanza in quantità", ed un'altra ancora, un po' più avanti, sarebbe "volo molto veloce - sostentamento così stabile da diventare persino duro; tenere d'occhio la struttura delle ali in condizioni di turbolenza⁴.

C'è tuttavia un aspetto ingannevole nella posizione della barra, intesa come segnale del sostentamento. Di fatto esistono aspetti ingannevoli in tutti i segni che un pilota può utilizzare! In questo caso, il problema è che il pilota non dispone di un modo certo per valutare la posizione della barra. Egli infatti è molto più consapevole dello sforzo sul volantino che della sua *posizione*. A meno che non osservi attentamente le proprie mani, le potrebbe portare anche vicine allo stomaco e non accorgersene: un

⁴ Queste affermazioni potranno sembrare dubbie ad un lettore che pensa che l'equilibratore sia il comando *alto-basso* dell'aeroplano. Un successivo capitolo illustrerà la funzione dell'equilibratore con maggior dettaglio, e mostrerà che esso è in realtà il comando che governa l'angolo di incidenza.

caso banale di mano che scivola inavvertitamente indietro, come abbiamo prima descritto. Il pilota non avrebbe neppure un modo certo per ricordare dove la barra dovrebbe trovarsi, per esempio, durante una planata. Il pilota non può limitarsi a portarla nella posizione desiderata, come si porta la leva del cambio di un'automobile nell'innesto desiderato, o come si regola la manetta di un addestratore militare su certe posizioni marcate sul cruscotto per il decollo, la salita o il volo livellato.

In più, su certi aerei, soprattutto su quelli ad ala bassa, lo spostamento della barra è molto modesto. Questo è ancora più vero con potenza inserita. La barra di questi aerei può trovarsi solo pochi centimetri più avanti in una veloce picchiata con motore rispetto alla posizione di crociera; e in una salita ad assetto estremamente cabrato, eseguita a velocità prossima a quella di stallo, la barra potrebbe trovarsi solo un poco più indietro rispetto alla posizione di crociera. Questo fatto rende l'osservazione della posizione della barra troppo difficile per essere di impiego pratico come ausilio al volo. Gli aerei da addestramento non dovrebbero avere queste caratteristiche: un addestratore dovrebbe richiedere variazioni della posizione della barra ampie ed evidenti per variazioni anche modeste dell'incidenza.

Ad oggi, però, nessuno ha ancora realizzato un addestratore che sia stato chiaramente ed espressamente progettato per essere un addestratore. Gli aerei da addestramento dovrebbero avere scarichi con silenziatore ed eliche silenziose, in modo da consentire all'istruttore e all'allievo di dialogare. Ad oggi, noi insegniamo ed impariamo una delle discipline più impegnative col metodo di comunicazione dei sordomuti!

Un aereo da addestramento dovrebbe avere un indicatore che mostrasse, con una lancetta e un quadrante sul cruscotto degli strumenti, in quale posizione il pilota sta tenendo la barra, come accade per l'indicatore della posizione del trim, simile agli indicatori che si trovano sui battelli a motore, che mostrano l'angolo del timone al timoniere. Un tale indicatore potrebbe allora venire tarato in termini di valore dell'incidenza, oppure come quantità di sostentamento o prossimità allo stallo.

Questo indicatore della posizione della barra viene suggerito in questa sede non come una semplice battuta. Sarebbe utile perché costituirebbe un ulteriore mezzo a disposizione del pilota per tenere la situazione sotto controllo, e varrebbe a ricordargli in ogni istante il vero scopo dell'equilibratore, così spesso dimenticato: che esso è cioè il controllo per regolare l'incidenza, e non per regolare le salite e le discese. I piloti collaudatori, che debbono veramente sapere ciò che stanno facendo, usano indicatori della posizione dei comandi: perché non dovrebbero farlo anche allievi ed istruttori?

Un'altra controindicazione all'uso della posizione della barra come indicatore del sostentamento è questa: i nostri attuali aeroplani non sono del tutto ben bilanciati. È vero che la loro incidenza è controllata *soprattutto* con la posizione del volantino, ma è di fatto pericolosamente influenzata anche dalla regolazione della manetta e, pur in grado minore, dal carico dell'aereo.

A tutta potenza, una determinata posizione all'indietro della barra produce, sulla maggior parte degli aerei, una maggiore inci-

denza, e quindi un minor grado di sostentamento, un volo più lento, e una maggior vicinanza allo stallo, che senza potenza. La maggior parte dei nostri aerei civili non stallerà senza potenza a meno che il pilota non tiri la barra tutta indietro fin contro lo stomaco; con la potenza inserita, la maggior parte di loro stallerebbe con la barra arretrata solo della metà. Questo perché il flusso dell'elica investe le alette dell'equilibratore deflesse in alto, e le rende autorevoli in modo fittizio; ed in alcuni tipi di aereo perché il flusso dell'elica, esercitando una trazione in avanti e in basso, combinata con la resistenza dell'aereo, che a sua volta agisce verso l'indietro e verso l'alto, tende a forzare l'aereo ad un elevato valore di incidenza; e per altre ragioni ancora. Non è così in tutti gli aeroplani; tuttavia dove le cose stanno così, perde di importanza la posizione della barra come indizio della portanza, dato che il pilota dovrebbe tenere a mente posizioni critiche diverse per ogni diversa regolazione della manetta.

Questa situazione confonde particolarmente le idee durante il volo con poca potenza, per esempio un avvicinamento assistito dal motore: in tale condizione né i rumori di sottofondo del volo né quel che se ne vede sono più di tanto d'aiuto per la stima di sostentamento e velocità, e la posizione della barra è a sua volta ingannevole, perché una potenza anche modesta la rende impropriamente autorevole nello stallare l'aereo. Ma durante una planata senza motore, la posizione della barra è una guida affidabile, e vale la pena di ricordarselo durante un avvicinamento per un atterraggio di emergenza: *se la mano del pilota si trova vicino al suo stomaco, l'aereo è vicino allo stallo, qualunque sia il comportamento, il rumore o l'aspetto dell'aereo.*

TASTARE IL CUSCINO

Percepire con precisione il proprio sostentamento è importante soprattutto durante l'avvicinamento per l'atterraggio, ed in modo particolare se si tratta dell'avvicinamento ad una pista corta. In questo caso il pilota pretende di avere la giusta quantità di sostentamento: proprio né più né meno che per avere un soffice cuscino, in modo che, quando arriva a quota del terreno, egli possa livellare la traiettoria, controllare la discesa, e magari galleggiare per un attimo prima di toccare il suolo. Un po' di sostentamento in più oltre a questa esatta quantità vorrebbe dire un lungo "galleggiamento", che farebbe sprecare troppa pista. Un po' di galleggiamento in meno significherebbe lo stallo. I piloti chiamano questa situazione "volare al limite". E naturalmente il problema è come raggiungere questo limite, ma senza superarlo. Come può il pilota essere in grado di valutare esattamente?

Oltre agli indizi di cui abbiamo già parlato, eccone uno che funziona particolarmente bene in questa specifica situazione. Potremmo chiamare questa procedura "tastare il cuscino". Ciò che il pilota vuole sapere, in ultima analisi, è se c'è ancora un cuscino di residuo sostentamento, se l'ultima richiamata sul volantino farà davvero nascere altra portanza, e quindi uno stabile controllo della discesa, o se invece si evolverà in uno stallo e conseguente caduta. Bene, la maniera migliore per saperlo è di provare con

piccoli tentativi: richiamiamo leggermente il volantino ed osserviamo come si comporta l'aeroplano.

Consideriamo prima i casi estremi. Supponiamo che il pilota si trovi in una planata estremamente lenta e cabrata, esattamente al limite dello stallo. In tale condizione di volo, se tiriamo il volantino indietro un paio di centimetri, la traiettoria di volo non sale: l'aereo comincia a stallare e a sedersi, e la traiettoria di volo scende. Ma se il pilota esegue la stessa richiamata durante una planata veloce, avendo a disposizione in quantità uno stabile sostentamento, egli ottiene una sensibile deviazione della traiettoria di volo verso l'alto.

Il pilota si trova, naturalmente, troppo alto rispetto al terreno per poter osservare la sua deviazione verso l'alto, o la mancanza di questa, come può fare invece durante la fase finale di un atterraggio vero, quando la prossimità col terreno rende il più piccolo innalzamento o il più piccolo abbassamento chiaramente apprezzabile a occhio. Egli deve così giudicare non con l'occhio, ma attraverso la percezione dell'inerzia. Egli si accorge di piccole variazioni del suo proprio peso, la sensazione di leggerezza o di pesantezza che consegue ai movimenti della barra. Se la traiettoria di planata era piuttosto ripida e una piccola richiamata sulla barra fa sentire l'aereo che sale dal basso, il pilota si sente un po' più pesante per un attimo, come ci si sente quando un ascensore inizia a salire. Se la panata era ad assetto cabrato e l'aereo non sale contro il pilota dal basso, egli non sente alcun cambiamento e l'aereo sembra avere non molta portanza: sembra come "morto". Se la planata era estremamente lenta al punto che una richiamata della barra fa cadere l'aereo da sotto il pilota, questi si sente un po' più leggero per un istante, come ci si sente quando un ascensore comincia a scendere, e sembra che l'aereo "se ne vada".

Queste sono le situazioni estreme. Fra di esse il pilota può distinguere molte graduazioni intermedie. La percezione in ognuno di noi del proprio peso apparente è assolutamente sensibile, ammesso, naturalmente, che uno vi presti attenzione. E una gran parte dell'arte di pilotare consiste nel prestare attenzione alle cose, anche piuttosto strane, che capitano!

Molti piloti "assaggiano" così la loro portanza in modo quasi continuo durante l'avvicinamento, e soprattutto nel corso dell'ultima fase, quando la planata di avvicinamento si trasforma nell'atterraggio vero e proprio, e durante gli atterraggi di notte. Se osserviamo questi piloti, li vediamo tirare indietro la barra con dolcezza di un centimetro o due ogni pochi secondi, per poi lasciarla andare di nuovo in avanti - una cosa assai diversa, naturalmente, dal pompare agitato di un principiante che esagera i movimenti della manovra. Se chiediamo ad un pilota di questi cosa sta facendo e perché, forse risponderà che sta "soppesando" la barra e sentendo la sua pressione, ossia la pesantezza di muso dell'aereo. Ma ciò che egli sta veramente soppesando è il suo stesso corpo: sta sentendo le variazioni del proprio peso causate dai piccoli movimento della sua mano. Questo costituisce in larga misura ciò che i piloti vogliono dire quando affermano che possono sentire la "portanza" del loro aereo col sedere.

VEDERE LA PORTANZA

Verso la fine dell'avvicinamento, vicino a terra, questo stesso segnale funziona anche per mezzo della vista. Se una leggera trazione sul volantino non produce un evidente salita in alto, o almeno un palese arresto della discesa dell'aereo, questo si troverà veramente al limite dello stallo. Questo è il tipo di indizio che un pilota veramente esperto adopera nel fare un atterraggio corto in uno spazio limitatissimo. Il pilota si allontana decisamente dal campo su cui vuole atterrare, ed esegue un avvicinamento basso e con poca pendenza, con un po' di motore. Quando si troverà prossimo al terreno, diciamo ad un'altezza di 30 piedi, cabra dolcemente l'aereo in un volo estremamente lento: vola cioè ad una incidenza quasi di stallo, praticamente senza riserva di sostentamento. A prima vista questo sembrerebbe pericoloso così vicino a terra, e per un pilota poco addestrato sarebbe pericoloso davvero: potrebbe facilmente perdere quel poco di sostentamento e stallare giù, impattando il terreno col muso. Ma per il pilota esperto, questa estrema vicinanza al terreno rende la stima della propria riserve di sostentamento estremamente fine, consentendogli di volare rasentando lo stallo più di quando non si azzarderebbe a fare ad un'altezza anche di poco maggiore. Come si agisce sui comandi durante un avvicinamento del genere verrà illustrato in un'altra parte del libro. Quel che ci interessa qui è che questo sistema lo porta alla soglia della pista senza troppa altezza né troppo sostentamento. A questo punto il pilota toglie la manetta, e l'aereo si siede in terra proprio lì.

SI PUO' VOLARE "A SENTIMENTO"?

Con questo termina il nostro elenco di "indizi" riguardo al volo. Sarà opportuno chiarire subito che questi non sono indizi per mezzo dei quali, secondo l'opinione di chi scrive, un pilota *dovrebbe* giudicare la sua "portanza". Essi sono gli indizi per mezzo dei quali, almeno secondo chi scrive, il pilota *di fatto* giudica la sua "portanza".

"E allora?" Il lettore potrebbe avere l'impressione che questo elenco di segnali riguardo a "portanza" e velocità è piuttosto accademico. "Va bene, questi saranno gli indizi che il pilota usa: ne segue che, dopo aver completato il corso di istruzione al volo, anch'io deriverò da essi la capacità di percepire velocità e portanza". Ma non è fra gli scopi di questo libro fare enunciati teorici per il gusto di farli. Chi scrive ritiene che il processo di apprendimento del volo possa essere più veloce e più sicuro se gli allievi sapranno con maggiore chiarezza a cosa rivolgere la loro attenzione, se gli istruttori evidenzieranno con maggior precisione proprio ciò che ci si aspetta che gli allievi imparino. A volte l'allievo ha bisogno di un'idea più chiara sulla meccanica del volo, come ad esempio per l'angolo di incidenza, e sull'esatto scopo e funzionamento dei vari comandi. A volte ha bisogno di capire meglio come funziona lui stesso, e a questo è dedicato il presente capitolo.

Mettiamola così: noi richiediamo ai futuri allievi vista perfetta, e perfetta capacità di percezione sotto tutti gli aspetti.

E richiediamo anche grande predisposizione naturale nel coordinare percezione ed azione, predisposizione che l'allievo deve comprovare in diversi test. Per questo non si può negare che una buona metà dell'arte del volo consiste nella percezione. Ma una volta che l'allievo viene avviato all'addestramento pratico, non gli insegniamo come adoperare la sua sensibilità, lo lasciamo tutto questo al caso.

Allora si suggerisce che l'allievo sperimenti ognuno di questi indizi separatamente, e che lo faccia in modo palese ed esagerato. Con l'istruttore a bordo, provate qualche volta a mantenere una velocità di planata costante solo a orecchio, con gli occhi chiusi. Oppure fate eseguire la planata all'istruttore, e provate a stimare la velocità di planata in nodi con gli occhi chiusi. Provate un paio di volte a stimare il rateo di planata in modo del tutto meccanico, basandovi sulla posizione della barra: dopo aver chiuso la manetta indicate con una mano la posizione in cui porterete la mano che tiene la barra per avere la velocità di planata desiderata, quindi osservate la velocità effettiva che ottenete. Ogni tanto, provate a soppesare la barra in condizioni di volo molto veloce, poi riprovate in una planata lenta e ad assetto cabrato.

Ricordate che c'è una grande differenza fra il puro e semplice *percepire* qualcosa e il prestarvi attenzione *concentrandosi* su di essa. Un selvaggio, messo in una strada di una città americana, vedrebbe le luci dei semafori come voi, forse anche meglio. Ma probabilmente non ci farebbe caso e noterebbe le insegne intermittenti al neon, i fanali delle macchine, tutti i tipi di segnali che catturano di più l'attenzione ma sono molto meno importanti: questo perché non sa cosa servono i semafori. Noi invece vediamo i semafori anche se siamo orbi e anche se siamo distratti a pensare qualcosa d'altro, perché vi facciamo caso e intendiamo all'istante il loro significato, e perché sappiamo che, anche se non sono così evidenti, sono tuttavia importanti.

Quando il medico aeronautico ci prova la vista, l'udito, l'equilibrio eccetera, si preoccupa senza che ce ne sia bisogno, almeno per ciò che riguarda i piloti civili. Un pilota non ha bisogno di una vista migliore di un impiegato o di una casalinga, e neppure di un migliore udito, equilibrio, percezione della distanza e tutto il resto. Gli "input" che usiamo per volare, le cose che i nostri sensi devono percepire per metterci in grado di volare, sono tutte assolutamente semplici, e possono essere percepite in modo semplice e piano da occhi, da orecchie, eccetera, di acutezza inferiore alla media. La nostra difficoltà nell'imparare a volare non sta nella percezione sensoriale, ma nell'interpretazione di ciò che i nostri sensi percepiscono. Tendiamo a badare alle cose sbagliate, ci sfuggono le cose importanti perché non ci facciamo caso, perché non conosciamo il loro significato.

Noi facciamo caso alle cose che ci interessano: una mamma sente il suo bambino che piange da un'altra parte della casa anche nel baccano di una festa. La stessa cosa vale per l'ottuso allievo pilota: mostriamogli quali sono i segnali e perché sono importanti, e non se ne starà più lì muto. Una volta che la sua attenzione si è soffermata su di essi per un po' di volte, questi diventano

molto più evidenti; una volta che è stata messa in pratica, per un numero relativamente piccolo di volte, l'azione corretta in risposta ad essi, questa diventa pressoché automatica. E in questo sta il cosiddetto "istinto del volo": piccoli segnali, correttamente interpretati cui si reagisce automaticamente.

L'ANEMOMETRO

E allora, l'anemometro? Non si può sempre dire per mezzo dell'anemometro quanto ci manca allo stallo, quanto sostentamento abbiamo?

La risposta non è, in assoluto, né sì né no. Non c'è dubbio che l'anemometro è lo strumento più importante del pilota. Per come sono ora equipaggiati i nostri aeroplani, esso è l'unico strumento che ci dice tutto su riserva di sostentamento, incidenza, prossimità allo stallo. Però non è uno strumento né semplice né sempre veritiero. In primo luogo, possono aversi problemi meccanici (e vien voglia di dire che normalmente ci sono). In secondo luogo, ci sono diverse caratteristiche particolari che devono venire capite, prima di poterlo utilizzare come un indicatore della riserva di sostentamento o come un avvisatore di stallo. La non conoscenza di queste caratteristiche è costata la vita a più di un pilota.

Prima di tutto, il suo nome è sbagliato. Non è propriamente un indicatore della velocità dell'aria. Di fatto esso è un misuratore di pressione. Esso misura la pressione dinamica che si sviluppa dall'impatto dell'aria con l'aeroplano quando questo avanza attraverso l'aria. Lo si dovrebbe leggere non in nodi o in miglia all'ora, ma in chilogrammi per centimetro quadrato, come il manometro del gommista, o in millimetri di mercurio, come un barometro. Dato che la pressione di impatto aumenta quando l'aereo procede più veloce, e diminuisce quando l'aereo procede più lentamente, è possibile tarare questo misuratore di pressione in termini di velocità dell'aria. Ma questa taratura può essere corretta per una certa densità dell'aria: l'aria al livello del mare a temperatura moderata. A quote altimetriche più elevate, quando l'aereo avanza nell'aria alla stessa velocità, la pressione dinamica dell'aria sarà minore perché l'aria è meno densa (ha cioè minor peso per unità di volume). L'indicatore della velocità dell'aria darà quindi un'indicazione più bassa. La stessa cosa accade al livello del mare se l'aria è molto calda, perché l'aria calda è più leggera. Quindi l'anemometro dà valori più bassi nei giorni caldi. In una giornata molto fredda, l'anemometro dà sempre valori elevati - un fenomeno che i venditori di aerei conoscono molto bene!

Questo rende lo strumento abbastanza inutile allo scopo della navigazione. Il navigatore in realtà necessita di sapere quanto velocemente si sta muovendo: per tale ragione deve sempre correggere la lettura di velocità dell'aria in base alla temperatura e alla quota. Per il pilota, le cose stanno diversamente. Ciò che interessa al pilota non è tanto la velocità, ma il pericolo dello stallo: il pilota vuole sapere quanto è distante dallo stallo. E da questo punto di vista le indicazioni del quadrante della velocità dell'aria non sono falsificate da temperatura o altitudine. Se in un particolare aeroplano, al livello del mare, l'anemometro

indica 60 nodi nell'istante in cui si verifica lo stallo, allora 60 nodi, così come indicati dall'anemometro, sarà la velocità di stallo per *qualsiasi* altezza e per *qualsiasi* temperatura. La reale velocità di stallo è molto maggiore ad alta quota: a 5,000 piedi lo stallo di quel particolare aereo si verificherà in realtà vicino a 66 nodi. A 20,000 piedi si verificherà a circa 90 nodi; tuttavia indipendentemente dalla quota e dalla effettiva velocità, l'anemometro indicherà sempre 60 nodi, nel momento in cui si verifica lo stallo.

Da questo punto di vista, l'anemometro è un dispositivo di indicazione dello stallo ideale. Come misuratore della velocità non è un gran ché, ma è un ottimo indicatore del sostentamento. Indipendentemente da quota o temperatura dell'aria, se lo strumento indica la presenza di un margine rispetto alla velocità di stallo, quel margine esiste. Se lo strumento indica che non c'è margine, vuol dire che quel margine non c'è.

Ma sotto un altro punto di vista l'anemometro è un indicatore di stallo estremamente povero. La velocità di stallo di un aereo dipende dal suo peso. Se si vola vuoti, senza carico e a secco di carburante, un certo aereo potrà stallare a 60 nodi. Lo stesso aereo, sovraccaricato fin al punto da potersi appena sostenere nell'aria, peserà circa il doppio. E la sua velocità di stallo sarà allora di circa 85 nodi!

Così su un certo aereo, una determinata lettura anemometrica può significare un ampio margine di sicurezza, abbondante sostentamento, quando l'aereo stesso è leggero; ma con l'aereo caricato, la stessa lettura può indicare una condizione estremamente cabrata, a un passo dallo stallo. Questo è importante non solo per evitare uno stallo, è ugualmente importante per evitare un inutile eccesso di sostentamento ed un galleggiamento eccessivo quando si effettua un avvicinamento per l'atterraggio con l'aereo vuoto e leggero. Più l'aereo è vuoto, minore è il valore a cui dovrebbe essere eseguita la planata di avvicinamento.

Gli aeroplani da addestramento di solito non volano con carichi molto variabili. Tuttavia esiste un altro modo con cui il peso di un aereo può crescere o calare: per mezzo della manovra. Una virata con angolo di bank di 60 gradi, per esempio, ha l'effetto di rendere l'aereo più pesante del doppio rispetto al volo livellato. Perciò, durante una tale virata, la velocità di stallo è circa una volta e mezzo quella del volo livellato! Immaginatoci allora il senso di disagio di un pilota che "sa" che la "velocità di stallo" del suo aereo è di 60 nodi, e che si trova a finire una virata accentuata con una vite, mentre l'anemometro segna un valore presumibilmente sicuro di 85 nodi.

Ciò che è vero per una virata a destra o a sinistra è vero anche per una richiamata da un'affondata. La forza centrifuga carica l'aereo verso il basso, e la normale velocità di stallo del volo livellato diventa un valore senza significato.

Ogni tanto viene suggerito, in conseguenza di tutto ciò, di ripensare l'indicatore della velocità dell'aria. Integrandolo infatti con un accelerometro, uno strumento che misura la spinta della forza centrifuga sull'aeroplano che vola in traiettoria curvilinea, si potrebbe realizzare uno strumento in grado di indicare sempre quanto un aereo è effettivamente vicino allo stallo, e a

quale incidenza sta volando - in una parola, di indicare il suo sostentamento.

INDICATORI DI INCIDENZA?

Certamente c'è necessità di uno strumento che dica esattamente al pilota qual'è la sua incidenza, cioè quanto sostentamento ha, quanto si trova prossimo allo stallo. Ma l'arte del volo si trova ancora in una fase primitiva. La cosa più importante sulla condizione di volo di un aeroplano non è indicata da alcun strumento. Questo non avviene perché un tale indicatore non possa essere realizzato, ma perché i progettisti non ne valutano abbastanza la necessità. Magari hanno anche ragione: prima di tutto, troppi piloti non sanno cos'è l'angolo di incidenza, e le indicazioni di un tale strumento sarebbero per loro prive di significato.

Quando viene proposto un indicatore dell'angolo di incidenza, il mondo dell'aeronautica dà normalmente per scontato che questo dovrebbe servire prima di tutto come un indicatore di stallo. E subito prende le distanze da esso, per due ragioni. Si pensa che non sia auspicabile sollevare il pilota dalla responsabilità di evitare uno stallo: il pilota comincerebbe a tirare il volantino indietro finché non lampeggia la luce rossa o non suona l'avvisatore acustico. Perderebbe il suo salutare rispetto per il rischio di uno stallo. Ancora, sottolineano gli esperti, è problematico costruire un avvisatore di stallo in grado di funzionare bene in tutte le condizioni, ghiaccio compreso, e che non sia soggetto a noie meccaniche: e cosa succederebbe se il pilota aspettasse fiducioso che la spia rossa lo mettesse in guardia, e se la spia rossa lampeggiasse troppo tardi?

Queste argomentazioni sono sensate, ma non lo è l'assunto di partenza. Lo scopo più importante di un indicatore di incidenza non sarebbe quello di fornire l'allarme di stallo all'ultimo momento; sarebbe quello di tenere il pilota *continuamente* concentrato sulla propria incidenza, portanza, sostentamento o come vi va di chiamarla. I piloti non vanno in stallo o in vite quando provano consapevolmente a volare più lenti possibile, più vicini allo stallo possibile, perché in questo caso sono concentrati e attenti. Stallano invece e vanno in vite alla fine di una virata con potenza inserita, quando di solito non sospettano neppure di trovarsi prossimi allo stallo! Un indicatore di stallo quindi sarebbe come un indicatore della benzina che indicasse solo quando il serbatoio è vuoto, o una banca che mandasse l'estratto conto solo quando siete in rosso. Ciò di cui ha bisogno il pilota è un apparato che lo avvisi *per tempo* che la sua incidenza *sta cominciando* ad aumentare. Invece di una spia che lampeggia in una virata con un bank di 70 gradi, quando ormai l'aeroplano è al limite, esso dovrebbe evidenziare il primo lento aumentare dell'incidenza a 30 gradi di bank, quindi mostrare come a 45 gradi il margine di sicurezza è calato ancora, poi far vedere come a 60 gradi circa di bank il margine di sicurezza viene rapidamente meno.

In ogni caso, il migliore impiego di un indicatore dell'angolo di incidenza non sarebbe come dispositivo di sicurezza nella pratica del volo, ma quello di un apparato per l'addestramento. Per come vanno oggi le cose, un allievo potrebbe passare per una serie

anche complessa di corsi basici e avanzati, senza capire chiaramente il fattore più importante di tutti : l'angolo di incidenza. Addirittura lo potrebbe ignorare del tutto! Certamente egli non sa cosa succede nelle salite, nelle planate, nelle virate, nel volo lento e in quello veloce ; coma varia durante una raffica, e come reagisce, durante le manovre, alle variazioni della posizione del volantino e della potenza. E così gli sfugge l'idea cardine di tutta la faccenda.

Il numero degli incidenti è un risultato di ciò. Un altro risultato è la quantità di abbandoni durante i corsi di addestramento. Il risultato peggiore è nell'enorme numero di persone che non cominciano neppure a volare perché si pensa che non siano tagliate a farlo. È assurdo che quarant'anni dopo Kitty Hawk, si pensi che soltanto una piccola percentuale dell'umanità sia in grado di pilotare un aereo commerciale di elevate prestazioni. Ma non deve meravigliare. Pilotare un aereo se non si capisce l'angolo di incidenza è davvero un'arte sopraffina. Quando il concetto fondamentale è velato di mistero, è evidente che il pilota deve andare a sentimento, deve prendere decisioni improvvise, agire contro il suo istinto, soffocare ogni timore. È chiaro che, in queste condizioni, ha bisogno di una sensibilità superiore, di un carattere eccezionalmente equilibrato, di grande prontezza e di tutto il resto. È chiaro che l'aereo gli sembra un demone infido di cui non si può sempre predire il comportamento, un qualcosa di pericoloso e contraddittorio che spesso si rifiuta di obbedire ai comandi e precipita in vite se si tira troppo per salire.

Ma una volta che il concetto dell'angolo di incidenza è stato chiaramente inteso, volare è semplice, è buon senso, è logica, non vi stressa: è naturale.

I fratelli Wright sapevano tutto ciò. Il loro approccio all'arte del volo è stato molto più sofisticato che non il nostro di oggi. E l'unico strumento di volo che hanno pensato è stato un indicatore dell'angolo di incidenza ! Non era che un pezzo di spago legato al muso del loro aeroplano, in modo che la corrente d'aria indicasse la direzione del vento apparente. Se sventolava orizzontalmente il vento apparente era frontale, e l'aereo aveva bassa incidenza. Se andava in su, loro sapevano che il vento apparente soffiava contro l'aereo dal basso, che l'incidenza era elevata e l'aereo prossimo allo stallo. La stessa cordicella indicava anche scivolate e imbardate, ossia movimenti laterali rispetto all'aria. Il dispositivo, naturalmente, era lo stesso semplice oggetto che si trova in testa d'albero di una barca a vela, che sventolando indica la direzione del vento apparente della barca, e in base al quale il marinaio regola le sue vele. Su un aeroplano moderno, non potremmo sistemare una funicella del genere sul muso, perché il flusso dell'elica gli farebbe dare false indicazioni. Forse potrebbe essere sistemato su qualcosa che sporge in avanti da un'ala, coma si fa per il tubo di Pitot dell'anemometro, o un po' più avanti, in modo che si trovasse in aria indisturbata e ben nel campo visivo del pilota. Forse ogni scuola di volo dovrebbe avere almeno un apparecchio dotato di una tale antenna con indicatore, ed magari ogni allievo dovrebbe avere la possibilità di volarvi almeno una volta, per vedere cosa realmente è l'angolo di incidenza.

Prima di addentrarci più a fondo nella questione del come un aeroplano viene controllato e manovrato, conviene che cerchiamo di capire cosa significa, in linea generale, *volare*: salire in aria e perdere il contatto con il solido terreno. Qui ci imatteremo infatti in alcuni fenomeni del tutto inaspettati.

Alcuni di essi sono le difficoltà. Per esempio, l'aereo può venire comandato in senso verticale oltre che a sinistra e a destra. Il dirigerlo in senso verticale, in sé, è una cosa piuttosto semplice: tuttavia implica alcune difficoltà che ci assilleranno quando siamo in volo, ci faranno diventar matti, se non le abbiamo capite bene. Un altro esempio è quello degli effetti del vento sull'aeroplano. Anche questi debbono venire capiti in profondità. E per farlo è richiesto uno sforzo mentale. Ma sarebbe richiesto uno sforzo molto maggiore - per non parlare degli impicci, delle seccature e dei costi - se si volesse tentare, come molti allievi piloti tentano di fare, di confrontarsi con queste cose quando si è in volo.

Alcuni di questi effetti inaspettati non sono difficoltà, ma ausili per l'allievo pilota. Per esempio, la tendenza dell'aereo a volare da solo. Molti principianti pensano che sia proprio il pilota che "fa" il volo, che sia lui a tener su l'aereo grazie ad un estro misterioso, una specie di gioco di prestigio basato sull'equilibrio. E costoro pensano che nell'istante stesso in cui il pilota cessi di "far volare" l'aereo, o commetta qualche errore nel pilotarlo, questo debba precipitare all'istante. In realtà l'aereo vola in larga misura da solo e si potrebbe consigliare, con modesta esagerazione: mai preoccuparsi di come funzionano i comandi dell'aeroplano. La cosa più importante da sapere a proposito dei controlli dell'aereo è questa: meno li si usa, e più li si aziona in modo garbato e senza fretta, meglio vola l'aeroplano. Il più delle volte, l'aereo vola non perché c'è un pilota ai comandi, ma nonostante questo! E se ci chiediamo in cosa consiste in realtà il pilotaggio, la prima e più importante risposta è: il pilotaggio consiste al 90 per cento nel non fare niente del tutto!

Finireste per accorgervene anche se nessuno ve lo dicesse. Ma, anche in questo caso, voi imparerete prima se avrete meditato su questi effetti in anticipo, e se li avrete compresi. E, ancora più importante, sarete più tranquilli nell'imparare.

Capitolo 5

LA REGOLA DELLE MONTAGNE RUSSE

Ecco una cosa che capitava spesso, ai tempi in cui gli istruttori di volo non ne sapevano gran che degli aspetti didattici della loro attività. Durante una planata l'istruttore diceva "Stai andando troppo veloce. Rallenta un po'". L'allievo non rispondeva. L'istruttore allora ripeteva "coraggio, non mi hai sentito? Ti ho detto di rallentare". L'allievo allora pensava "Cosa diavolo vuole che faccia? La manetta è tirata completamente, e questo affare non ha i freni. Come faccio a rallentare?". Così non faceva niente del tutto, e all'istante l'istruttore dava in escandescenze e prendeva lui i comandi.

Questo era uno di quei tipici fraintesi fra chi vola e chi non vola. Alcuni aspetti del volo sono diventati talmente ovvi per ogni pilota che non c'è più bisogno di parlarne, così qualche volta il pilota si dimentica del tutto di parlarne. L'allievo alle prime armi, d'altra parte, è disorientato: a volte non riesce a vedere quello che gli sta sotto il naso. A volte non riesce a cogliere le cose più banali proprio perché sono così banali - mentre lui è tutto preso a imparare qualcosa di così insolito, di così complesso, di qualcosa che richiede grande abilità.

Ciò che l'istruttore pretendeva dall'allievo era semplicemente che tirasse un po' indietro la barra e che puntasse il muso dell'aereo un po' meno in basso. E per questo avrebbe dovuto dire: "stai planando troppo ripido. In questo modo prendiamo troppa velocità. Non lasciare che il muso ti cada così basso, così non andrai tanto veloce. Questo affare funziona grossomodo come una slitta".

E come una slitta, un aereo col motore al minimo comincia a scendere come giù da un pendio, sacrificando quota per mantenere velocità. L'unica differenza è che con un aereo possiamo inventarci nell'aria qualsiasi pendenza che ci venga in mente. Possiamo buttarci giù in un pendio ripido come dei forsennati, oppure scegliere una pendenza modesta, e planare più lenti, e più a lungo. La planata standard di un aereo è piuttosto dolce, a velocità decisamente minore che durante il volo livellato in crociera. Ma ciò che l'aereo "vuole" fare quando si taglia la manetta, o meglio, ciò che farà se togliamo la mano dalla barra e lasciamo che faccia di testa sua, sarà una planata ripida e veloce, di fatto una picchiata, ad una velocità di molto superiore a quella di crociera. Per tenere quindi un aereo in assetto di planata standard occorre una costante pressione all'indietro sulla barra, in modo da impedire che il muso cada giù troppo verticalmente; a questo si riferiva il nostro aneddoto. È comunque interessante notare che il "rallentare" del pilota ha lo stesso significato di "tirare il muso un po' più in su".

VELOCITA' = QUOTA

Questo è comunque soltanto il primo e più banale esempio di una legge che si riferisce a tutta la materia del volo. Non si parla mai di questo effetto nei manuali, e non ha neppure una denominazione ufficiale. Una volta un istruttore, intuendo che questa è una parte importante della teoria del volo, e che avrebbe dovuto essere ufficialmente illustrata a tutti gli allievi, ne parlò come de "gli scambi che bisogna fare - e saper fare". E con questa espressione aveva colpito nel segno. In aereo, i concetti di "lento" e "veloce", "alto" e "basso", "salita" e "discesa" sono collegati l'una all'altro in un modo tutto particolare. Si può sempre averne di una sacrificandone un'altra. È impossibile liberarsi di una, senza doverne accettare un mucchio dell'altra. Il confronto con una slitta non spiega tutta la questione. L'analogia più calzante di cui disponiamo è al parco divertimenti: sono le montagne russe.

Il carrello delle montagne russe parte dall'alto, tirato su in cima alla rampa da un qualche organo meccanico. E comincia, in cima alla rampa, a bassissima velocità. Quindi parte in caduta libera, e scendendo trasforma la sua altezza in velocità: più scende, e più scende ripido, più prende velocità¹. Quando arriva giù, non ha più altezza, ma velocità in abbondanza, e a questo punto prosegue scambiando nuovamente la velocità in altezza avventandosi su per la rampa seguente. Quando arriva in cima, non ha praticamente più velocità, ma ha recuperato quasi tutta la sua altezza originaria. Così scende un'altra volta.

La stessa cosa vale quando un aereo plana senza motore: velocità e quota sono due aspetti dello stesso fenomeno. "Naturale - dice il fisico - esse sono due diverse forme di energia". Quando il pilota agisce sui comandi, egli continuamente scambia quota con velocità o velocità con quota; e fa questi scambi che lo voglia oppure no.

L'effetto "montagne russe" si esplica in molte altre maniere. La più evidente è che (senza la manetta) non si può avere velocità senza sacrificare quota, come non si può mantenere la velocità senza pagarla con perdita di altezza. Se anche provassimo a mantenere la quota, subito perderemmo velocità, e, una volta che abbiamo perso velocità, perderemmo portanza e stalleremmo.

La legge delle montagne russe funziona anche alla rovescio. Quando abbiamo stallato, c'è un solo modo per riguadagnare velocità e portanza: buttare giù il muso e affondare l'aeroplano; paghiamo con la quota l'acquisto di nuova velocità.

Un aereo leggero può trovarsi a dover sacrificare 75 piedi di quota in cambio di nuova velocità e portanza: in un pesante bombardiere la stessa cosa può costare diverse migliaia di piedi. Su qualsiasi aereo, il pilota è estremamente attento a non

¹ Il concetto è formulato in modo inesatto di proposito. La meccanica dell'accelerazione è più complessa, ma dato che la sua esatta comprensione non sarebbe di particolare ausilio al pilota, in questa sede alcuni aspetti sono trascurati.

rallentare troppo se non ha sotto di sé uno spazio d'aria sufficiente per consentirgli il recupero da uno stallo, oltre a un buon margine di sicurezza. Se è molto alto, d'altra parte, allora potrà, in tutta sicurezza, stallare l'aeroplano per addestramento o solo per divertimento, e potrà sperimentare senza pericolo alcune manovre che possono dar luogo ad uno stallo, dato che egli potrà sempre usare la sua quota per acquistare nuova velocità e portanza. Così, come ha affermato uno scrittore di cose dell'aviazione, "la quota è come il denaro in banca".

Ma se la quota è come i soldi in banca, la velocità è come i soldi in tasca. Perché esattamente come la quota può essere convertita in velocità, così la velocità può venire trasformata in quota, come nelle montagne russe. Tempo fa i costruttori di un veloce aereo usavano questo concetto in una pubblicità diretta ai piloti. Si poteva tranquillamente volare con quell'aereo, dicevano, alla quota degli alberi, e se fosse mancato il motore di colpo non c'era problema, perché l'enorme surplus di velocità rispetto a quella di stallo consentiva di tirare semplicemente su il muso (trasformando la velocità in "portanza"): si poteva così salire e guadagnare 1000 piedi di quota prima di aver speso tutta la velocità, e, da quell'altezza, sostenevano, si poteva cercare intorno, scegliere un luogo adatto, ed effettuare un atterraggio di emergenza in condizioni normali.

NON ROVINATEVI

L'unico che in aria resta in bolletta e si rovina è quello che non ha più né velocità né quota. *Basso e lento* è l'idea del pilota del volare a rischio. *Basso e veloce* è abbastanza sicuro, a meno che non vi mettiate a sognare ad occhi aperti ed andiate a sbattere contro un albero e se non lasciate che questi vi attraggano, dato che non è legale. *Alto e lento* è pure abbastanza sicuro, se lo si fa nel modo giusto, e se ci si è allenati a reagire allo stallo in modo tale che ne risulti un pronto recupero, invece di una vite. *Alto e veloce*, che la vostra fidanzata pensa essere terribilmente pericoloso, è il modo più sicuro di tutti. Così, se volete essere a posto, dovete avere velocità o quota, oppure, maglio ancora, entrambe.

A volte, la legge delle montagne russe funziona a rovescio. L'aereo non ha freni, e l'unica maniera per liberarsi velocemente di un sovrappiù di velocità è di scambiare questa con "portanza" o meglio quota. A questo proposito l'esempio classico è l'atterraggio. In un atterraggio sui tre punti, il corretto contatto col suolo si può verificare solo se l'aereo sta volando a velocità estremamente bassa: alla velocità di stallo o giù di lì; l'atterraggio è uno di quei casi in cui si vorrebbero avere i freni! Il pilota che ha planato troppo velocemente ed arriva in soglia pista con troppa velocità, soffre di *embarass de richesses*: non riesce a toccare terra! Per liberarsi di questa velocità in eccesso, egli allora tira la barra indietro puntando più in alto il muso: ma così facendo la sua velocità si trasforma in "portanza". Se cerca di rallentare in

fretta cabrando troppo (cosa che gli allievi alle prime armi ogni tanto fanno), l'aereo prende tanta portanza che di fatto schizza via da terra e finisce per fare il suo "atterraggio" a dieci metri di altezza da terra, con infelici risultati. Ma anche se il pilota esegue la sua cabrata correttamente si trova nei guai. Tutta quella velocità, trasformandosi in portanza, terrà l'aereo a galleggiare senza fine a volte per tutto l'aeroporto, in maniera che, quando poi riesce a prendere terra, uno si è mangiato tutta la pista, e non c'è più spazio su cui rullare, niente davanti, fuorché la recinzione.

La cosa vi darà da pensare anche in un altro modo. Infatti, durante l'avvicinamento per l'atterraggio, la velocità deve essere controllata con grande cura, in modo che non sia eccessiva quando si arriva a terra; il che significa anche che, se vi trovate a fare un avvicinamento un po' troppo alto, non è possibile buttare semplicemente giù il muso, come suggerirebbe il senso comune. Infatti buttando giù il muso, ci libereremmo, è vero, dell'altezza, ma nello stesso tempo tireremmo su un bel po' di velocità. Questa velocità ci farebbe galleggiare all'infinito durante l'atterraggio, e alla fine andremmo ad atterrare esattamente nello stesso punto in cui saremmo andati a finire, se non avessimo abbassato il muso, ma avessimo semplicemente continuato il nostro atterraggio troppo alto. Tutto ciò enfatizza l'importanza di imparare alcune manovre per eliminare quota senza guadagnare velocità: volare lenti, scivolare d'ala, procedere ad "S"; alcuni piloti usano anche tecniche particolari con cui eliminare velocità senza dover guadagnare quota: per esempio manovrando il timone come scodinzolano i pesci.

Ma è ancora più importante imparare a valutare un avvicinamento in modo che non sia necessaria alcuna manovra per eliminare l'eccessiva quota. Alcune di queste tecniche vengono illustrate in un'altra parte di questo libro.

DOVE SONO I FRENI?

Ci si potrebbe chiedere: ma perché non ci sono i freni? Questa è una di quelle domande stupide che mettono in difficoltà gli esperti, perché non esiste una buona risposta. Insomma, perché niente freni? Se l'aereo avesse i freni, sarebbe un bel po' più facile controllarlo: se vogliamo abbassarci, basterebbe buttar semplicemente giù il muso, e contemporaneamente azionare i freni, in modo da evitare di prendere eccessiva velocità. Potremmo fare gli avvicinamenti per l'atterraggio a velocità sostenuta, quindi in grande sicurezza: quando alla fine fossimo pronti per l'atterraggio, basterebbe frenare, eliminare in un attimo la velocità, e posarci a terra.

Ebbene i freni sono complessi da progettare e costosi da realizzare, inoltre aggiungerebbero del peso. Ad oggi, solo i cacciabombardieri e alcuni tipi molto raffinati di alianti hanno aerofreni: i cacciabombardieri perché devono picchiare praticamente in verticale e prenderebbero una velocità incontrollabile, gli alianti perché sono talmente efficienti che anche la planata più dolce svilupperebbe una tal velocità da danneggiare la struttura dell'aereo.

Al posto dei freni, molti aerei hanno i flap. A volte si parla dei flap come di freni aerodinamici, ma questo è corretto solo a metà. È bensì vero che, quando i flap sono stati estesi, l'aereo ha molta più resistenza che senza i flap, e può pertanto eseguire una planata molto più ripida senza prendere troppa velocità. È anche vero che, se dopo una planata ripida e veloce si fa la richiamata per effettuare l'atterraggio, un aereo con grandi flap perde velocità molto rapidamente. Quindi, una volta estesi i flap, l'aereo può essere governato durante l'avvicinamento quasi come se la legge delle montagne russe non esistesse. Se si è un po' troppo alti, si può far fronte alla cosa semplicemente buttando il muso un po' più giù. L'aereo allora guadagnerà un po' di velocità, questo è certo, ma non può prenderne tanta, data la resistenza dei flap, e il pilota sa che smaltirà velocemente quella velocità alla fine, durante la richiamata.

Da un altro punto di vista, però, anche i flap sono soggetti alla regola delle montagne russe. Noi li estraiamo perché vogliamo il loro effetto frenante. Ma il primo effetto del loro azionamento è un temporaneo aumento della portanza che fa innalzare l'aereo di qualcosa fra i 20 e i 200 piedi, in funzione del tipo di aereo, del tipo di flap, e della velocità alla quale sono stati azionati dal pilota. Quindi la velocità viene scambiata con "portanza" e quota, almeno temporaneamente. Allo stesso modo, potremmo ritrarre i flap, magari perché ci siamo accorti che la planata è troppo ripida, e che arriviamo corti al punto di contatto desiderato, e che non abbiamo più bisogno del loro effetto frenante. In ogni caso il primo effetto del loro venir meno, cioè del ritrarli, è il determinarsi di una temporanea perdita di portanza, cosa che causa una caduta, magari di diverse centinaia di piedi. Così se il pilota togliesse i flap, questi cosiddetti "freni aerodinamici", mentre decolla, andrebbe a sbattere dritto in terra! Anche i flap, quindi, lavorano più o meno secondo la regola delle montagne russe: anche loro scambiano velocità per portanza e quota, e anche con loro è impossibile riguadagnare velocità senza prima sacrificare un bel po' di quota.

IL MOTORE NON BASTA

E allora, si potrebbe obiettare, e il motore? Senza potenza sarà anche vero che non si può accelerare l'aereo senza sacrificare quota. Ma non è sempre possibile accelerare aprendo tutta la manetta. Questo purtroppo non è fattibile in pratica. Tutto quanto abbiamo detto a proposito del volo senza motore è di fatto vero anche per il volo a piena potenza.

Naturalmente, con la potenza è possibile mantenere la quota senza sacrificare la velocità, e si può mantenere la velocità senza dover sacrificare quota. Ma questa è più o meno l'unica cosa che riesce a fare un motore. Perché il motore di un aereo è bel lontano dal produrre la forza di trazione che il suo rombo possente potrebbe far credere. Supponiamo di avere un aereo che pesa 900 Kg: probabilmente la trazione massima che il suo motore è in grado di esercitare è di circa 160 Kg.

soltanto: un po' poco². La potenza è sufficiente per vincere l'attrito e la resistenza dell'aria, mantenendo l'aereo in moto nonostante la gravità, ossia a consentire all'aeroplano il volo livellato. Oltre a questo, può ancora esercitare una trazione supplementare per tirar su l'aereo per una salita dolce, ma solo lentamente e con gradualità. Guardate qualsiasi aereo, anche il tipo più potente, che sale troppo ripido, e lo vedrete perdere rapidamente velocità e stallare. Non esiste qualcosa che assomiglia ad un aereo che "sale attaccato all'elica". Si potrebbe pensare ad un motore d'aereo in grado di tirarlo diritto su: dovrebbe avere un'elica enorme e lenta. Però un tale tipo di aereo non avrebbe bisogno di alcuna ala. Non sarebbe un aeroplano, ma un elicottero.

Così, anche con potenza inserita, siamo sempre soggetti alla regola delle montagne russe. Se tentiamo di salire troppo ripidi, ossia, in altre parole, di prendere troppa quota, per ciò stesso perderemo la velocità che abbiamo. Nel volo cieco, ad esempio, il pilota valuta se l'assetto è a scendere, a salire o livellato esclusivamente dall'anemometro. Ma anche nel volo in condizioni normali la cosa è importante. Se fossimo pressoché stallati e volessimo subito nuova velocità, la manetta non ce lo consentirebbe abbastanza presto. L'unica cosa in grado di darci velocità subito è buttar giù il muso e lasciare che la forza di gravità ci tiri come il carrello delle montagne russe. Però questo significa sacrificare quota.

FACCIAMOLO CORRERE

La regola delle montagne russe è importante anche nei decolli. Sappiamo che, subito dopo essersi staccati da terra, i piloti normalmente preferiscono abbassare un poco il muso e prendere velocità in assetto livellato per un secondo o due, prima di iniziare la salita. Perché lo fanno? Il motore dà loro potenza ogni istante che passa. Per la regola delle montagne russe il pilota può sfruttare quell'energia in forma di ulteriore velocità o in forma di ulteriore quota: ma non in entrambi i modi. La quota è denaro in banca. La velocità è denaro in tasca: e la prima cosa che egli vuole è di avere un po' di soldi in tasca, prima di cominciare a preoccuparsi del suo conto corrente. E mentre accumula un surplus di velocità, sa che potrebbe, se scegliesse di farlo, convertire in ogni momento quella velocità in più in quota semplicemente tirando su il muso.

Se il decollo avviene da un piccolo campo circondato da alti ostacoli, l'effetto della regola delle montagne russe potrà essere alquanto appariscente, se c'è un pilota esperto ai comandi. Il pilota senza esperienza ha una forte tendenza a puntare il muso diritto in su, limitandosi a sperare che

² Si potrebbe pensare: e allora, tutta questa potenza? Dove va a finire? La risposta è che tutta questa potenza va nella capacità del motore di esercitare la sua trazione, poco potente com'è, a velocità relativamente elevate: diciamo 120 nodi.

l'aereo ce la faccia a salire. Ma è facile esagerare e, nel tentativo di guadagnare quota troppo rapidamente, si rischia di rimanere senza velocità, magari a 50 piedi dal terreno. Il pilota esperto quindi punta in alto il muso solo quel tanto che gli è strettamente necessario per evitare gli ostacoli. Di fatto, se il decollo ha luogo da un campo molto sacrificato, egli spesso punterà il muso proprio contro gli ostacoli, magari a metà altezza degli alberi. Ciò non aiuta l'aereo a guadagnare quota, ma lo aiuta a guadagnare velocità. E il pilota esperto non si preoccupa, perché sa, senza neanche pensarci, che velocità e quota sono due forme della stessa cosa, e per diverse ragioni egli preferisce averne sotto forma di velocità. Inoltre sa che può sempre, anche all'ultimo momento, scambiare velocità per quota tirando su il muso: l'aereo allora "schizzerà" in alto, libero dagli ostacoli.

Questa brusca richiamata potrà sottrarre all'aereo la maggior parte del suo surplus di velocità, in modo tale che questo arriverà sulle cime degli alberi del tutto rallentato e prossimo allo stallo. In tale situazione il pilota inesperto tirerà con tutta la forza la barra all'indietro, aspettando che il motore si decida a ridargli velocità, perché ha paura del terreno, ha paura di perdere anche un poco della sua preziosa quota. Il pilota esperto non se ne starà a rasentare lo stallo in questo modo. Sa che starebbe troppo tempo ad aspettare nuova velocità dal motore, cosa che significherebbe volare per un certo periodo lento e basso. Inoltre sa che la turbolenza dell'aria vicino a terra potrebbe facilmente indurre lo stallo e che, senza una sufficiente altezza sotto l'aereo, questo potrebbe significare un disastro. Ciò che il pilota esperto fa, quindi, una volta passati gli alberi, è buttare un po' giù il muso, per ritornare ad una accettabile velocità sacrificando un po' della sua quota, anche se questo può significare scendere nuovamente vicino a terra nel campo successivo. Così lo spettatore vedrebbe l'aereo che apparentemente va diritto contro gli alberi, poi fa un salto, per sprofondare subito dopo oltre gli alberi scomparendo dalla visuale, salvo riapparire diversi secondi più tardi, in una graduale salita in tutta sicurezza.

Il tutto è assolutamente ovvio, se solo ci si pensa un attimo.

Ed ora, occupiamoci del vento.

La più parte dell'arte di volare di è dimostrata più semplice di quanto ci fossimo aspettati: l'aereo è stabile, non ci sono vuoti d'aria, l'altezza non è poi che sia terrorizzante. Però, a questo punto, salta fuori il problema del vento: l'aria, ossia il mezzo nel quale noi ci muoviamo, si muove a sua volta. E questo fatto ci regala tutta una serie di complicazioni del tutto inattese. Scopriremo che, qualunque vento ci sia, anche la brezza più leggera, avrà effetto su di noi in ogni attimo del volo: modificherà le nostre traiettorie, falsificherà i parametri delle salite e delle discese, deformerà i nostri "otto", farà andare l'aereo da una parte, mentre il muso punta da un'altra. Se il vento è perpendicolare alla rotta, fa andare di traverso l'aereo rispetto al terreno come un granchio; a volte in modo così marcato che, se vogliamo vedere dove stiamo andando, dobbiamo guardare dalla finestra laterale della cabina!

Se abbiamo vento di coda, fa accelerare l'aereo in modo sorprendente e ci confonde facendoci arrivare troppo presto, prima che abbiamo il tempo per pianificare la manovra successiva. Se il vento è contrario perderemo velocità, e con una macchina lenta e del vento forte può capitare che ce ne stiamo fermi nell'aria o che addirittura torniamo indietro.

È sconcertante accorgersi come il semplice vento, una cosa così leggera, così intangibile, possa portarsi via a piacere una macchina pesante e potente; ma è ancora più sconcertante scoprire, man mano che si procede con l'esperienza, che gli effetti del vento sono quasi esattamente l'opposto di ciò che il nostro buon senso si aspetterebbe.

MISTERI

A questo proposito si possono fare infiniti esempi. L'aeroplano sviluppa maggiore portanza quando vola contro vento rispetto a quando vola in favore di vento? L'allievo alle prime armi dirà quasi sempre che naturalmente ciò è corretto, che è logico! Il pilota esperto dirà che naturalmente non è così. Oppure: il vento di coda provoca una diminuzione della portanza? In ogni classe di allievi ci sarà qualcuno che risponde di sì: il vento in coda, soffiando verso l'ala da dietro, tende a spingere l'ala in basso, invece che in alto! Il pilota esperto risponde di no: il vento in coda non causa alcuna perdita di portanza. Un altro esempio: cosa succede quando un aereo va a finire in una corrente di vento contrario così forte che va in crisi? Troverete sempre qualcuno che dirà che naturalmente stallerà e cadrà, perché un aereo non può volare se non ha velocità. Ma il pilota esperto sa che non stallerà. Anche se fossimo sospinti dal vento all'indietro, dirà, basta non guardare giù al terreno, e non ci accorgeremo neppure del vento.

La logica sembra non contare più niente. Non sarà più facile, ci potremmo chiedere, volare in favore di vento che contro vento? Richiede più o meno potenza? In ogni classe di allievi qualcuno sosterrà che il volo in favore di vento richiede minore manetta, perché il vento contribuirà a dare all'aereo la necessaria velocità. Sembra logico, ma è sbagliato. Qualcuno dirà che il volo in favore di vento richiede più potenza, perché l'aereo dovrà volare di tanto più veloce. Anche questo può sembrare logico, e anche questo è sbagliato. Recentemente un programma di quiz a diffusione nazionale ha spiegato che per gli uccelli il volo a favore di vento è più faticoso di quello contro vento, perché il vento in coda, soffiando da dietro, arruffa le piume, e ne diminuisce l'aerodinamicità. Questo è il più contorto di tutti, ed è completamente sballato. In realtà, vi dirà ogni pilota, il vento non ha nessun effetto sulla posizione della manetta o sulla potenza necessaria al volo.

Insomma, niente funziona come dovrebbe. Nel volo con vento al traverso, l'aria non spinge maggiormente sul lato sopravvento dell'aereo che non su quello sottovento? Il buon senso direbbe di sì, ma un pilota ci dirà che non è vero. Ancora, nel volo con il vento al traverso, un pilota non dovrà cercare di contrastare l'azione del vento azionando il timone? In ogni classe di allievi, qualcuno dirà di sì, che dovrebbe farlo. Col vento da sinistra, qualcuno argomenterà che si deve dare piede destro per evitare che l'aereo giri come una banderuola, puntando il muso verso la direzione del vento. Qualcun altro sosterrà che bisogna dare piede sinistro, per evitare che l'aereo se ne vada a destra. Il pilota esperto dirà che non occorre azionare il timone; ed afferma che l'aereo non ha nessuna voglia di puntare verso il vento, e che ogni tentativo di contrastare la deriva azionando il timone è inutile, illogico, stupido, e perfino controproducente!

E avanti di questo passo. Ma cosa succede con un aereo molto pesante e potente come un bombardiere strategico? Il vento ha effetto anche su un aeroplano del genere? No, risponde l'allievo, per lo meno non in modo notevole. Sì, risponde il pilota, qualsiasi aereo, indipendentemente da grandezza, peso, potenza, è del tutto influenzato dagli effetti del vento più leggero.

Ma quali sono gli effetti del vento?

SEMBRA SBAGLIATO

Durante il corso di teoria, di solito la cosa viene spiegata disegnando il parallelogramma di composizione delle forze sulla lavagna. Queste spiegazioni sono assolutamente logiche, e servono pochissimo. Alcuni allievi trovano che il concetto del vettore è più difficile da afferrare che il problema del vento in sé. A volte l'istruttore cerca di rendere le cose più chiare confrontando l'aereo nel vento con un traghetto in un fiume, con l'effetto di trasferire tutta questa confusione dall'aria all'acqua, e tutti gli abbagli concettuali degli allievi saranno semplicemente applicati ai traghetti invece che agli aerei. Spesso, l'allievo riesce finalmente a capire gli effetti e in

non effetti del vento nella condizione di volo più semplice, come il volo con vento al traverso di 90 gradi esatti, oppure col vento esattamente in coda. Ma perderà subito l'orientamento non appena arriva a manovre più complesse, come le virate, e all'effetto del vento su di esse. Tutt'al più, le spiegazioni e i diagrammi convincono il cervello dell'allievo, ma non arrivano a toccare la sua sfera istintiva. "Ho capito cosa vuoi dire, ma mi sembra impossibile".

Ma se uno vuole diventare un pilota, deve capire istintivamente gli effetti del vento. Fin che non ci riesce, non riuscirà a masticare il problema come si deve. Perché, se gli effetti del vento non gli sembrano del tutto logici, produrranno tensione; e un pilota teso non è un buon pilota. Inoltre gli impediranno di capire come si naviga. Infine, porteranno a reazioni sbagliate che impoveriranno tutta la sua tecnica di volo, e potranno, in qualche situazione di emergenza, determinare quella catena di errori su errori che significa la fine.

Fortunatamente tutta la cosa può venire assimilata con un solo sforzo, una volta per tutte. Non è tanto un compito per una mente astratta, ma piuttosto per l'immaginazione: una volta che hai "visto" il problema, non c'è più bisogno di un gran ché di logica. È una questione di punti di vista: una volta che siamo in grado di osservare il vento dal punto di vista del pilota, tutte le risposte diventano ovvie. Tutto quanto il problema sta su tre concetti fondamentali.

IL PRIMO CONCETTO FONDAMENTALE: L'ARIA È COME LA MINISTRA

Il primo concetto fondamentale riguarda l'aria: l'aria è un qualcosa di concreto, un fluido denso e pesante, in tutto simile all'acqua. Per un pilota questo è ovvio; ma per la maggioranza della gente, quindi anche per molti studenti, allievi, e così via, "aria" significa appena qualcosa in più che "spazio vuoto": il nulla. Per questa ragione non possono capire cosa il vento veramente sia. Per costoro il vento rappresenta semplicemente una misteriosa "forza" (magari rappresentata da un freccia sulla lavagna) che in qualche modo soffia nello spazio e agisce sull'aeroplano. O magari, stupidamente, vento significa qualcosa che arriva sibilando nell'aria! Questo naturalmente non ha senso per niente, si fa fatica a scriverlo. Nessuno arriverebbe a credere una cosa del genere se si soffermasse un attimo a pensarci sopra; tuttavia è un dato di fatto che molti allievi piloti cercano di basare il loro modo di volare su concetti così aleatori.

In realtà, il "vento" è semplicemente il fatto che il fluido aria fluisce. Lo si capirebbe più facilmente se non ci fosse un bisticcio di parole. La semplice parola *vento* è in sé causa di confusione. Questa cosa la chiamiamo *aria* quando sta ferma, e *vento* quando si muove. Sarebbe come chiamare un'automobile "automobile" quando sta ferma, e qualcos'altro quando è in moto. È sempre la stessa cosa, che si muova o che stia ferma. Il vento è aria che si muove.

IL SECONDO CONCETTO FONDAMENTALE: IL MOVIMENTO È RELATIVO

Il secondo concetto fondamentale non ha a che fare esclusivamente con l'aria, ma è un concetto generale che si potrebbe chiamare *relatività del moto*: noi dobbiamo riformulare le nostre idee a proposito di cosa il movimento in realtà è. Tralasciando tutte le idee un po' troppo astratte, sarà utile osservare un uomo che passeggia all'interno di un treno che viaggia. Questo perché egli è esattamente come un aereo che vola nel vento, come dimostreremo: ma mentre un aereo nel vento ci confonde, noi sappiamo, o possiamo capire esattamente e con facilità, cosa succede ad una persona che passeggia in un treno in viaggio.

Il nostro uomo è in grado di passeggiare per il treno esattamente come se il treno stesso fosse fermo. A parte qualche scossone o sobbalzo, la sua forte velocità di, diciamo, 60 miglia all'ora non lo interessa. Egli può constatare che non gli è richiesto uno sforzo differente per camminare verso la testa del treno o verso la sua coda: se non guardasse al paesaggio in movimento all'esterno, non saprebbe neppure dire in quale direzione viaggia il treno. Se tirasse le tendine, si potrebbe facilmente convincere che il treno viaggia nella direzione opposta. È importante convincersi di questo; se qualcuno ha un dubbio, che faccia la prova. Se la strada ferrata è bella liscia, non sarebbe neppure in grado di dire se si muove! A volte ci è capitato di comprovare questo fenomeno in una stazione, quando il treno sul binario di fianco comincia a scorrere, e noi, confusi per un attimo, dobbiamo fare uno sforzo di attenzione per riuscire a capire se è il nostro treno che si muove, o l'altro, o magari tutti due insieme!

Noi qui trascuriamo le forze che agiscono sui passeggeri mentre un treno parte ed accelera, oppure mentre frena; come pure trascuriamo i sobbalzi dovuti alle irregolarità della strada ferrata. Noi qui ci stiamo occupando di un movimento costante. Finché il treno mantiene una velocità costante, il passeggero può camminare dal lato destro al lato sinistro della carrozza (come se camminasse "di traverso" al treno) senza accorgersi del movimento della carrozza stessa: esattamente come se il vagone fosse fermo. Benché si stia spostando lateralmente a 60 miglia all'ora, non ha bisogno di bilanciarsi in modo particolare per rimanere in piedi! In poche parole, per certi aspetti il moto del treno semplicemente non interessa al passeggero: il moto costante gli sembra totale assenza di moto.

Quando un pilota vola in una massa d'aria che si muove, questa, cioè il vento, è la sua carrozza ferroviaria, ma di questo ci occuperemo più tardi.

Da un altro punto di vista, il moto del treno interessa moltissimo al passeggero: quel piccolo dettaglio di essere trasportato a Chicago alla velocità di 60 miglia all'ora. Indipendentemente dal fatto che dentro al treno egli cammini, corra, dorma, balli o pensi ai fatti suoi, il treno lo trasporta. Gli effetti di ciò, francamente, sono del tutto paradossali. Per esempio, potrebbe camminare per tutto il treno fino alla carrozza ristorante in testa, pranzare, quindi tornare indietro alla sia poltrona, e dire: "Bene, eccomi qua, nel posto da dove

sono partito". Da un certo punto di vista avrebbe ragione, ma da un altro punto di vista avrebbe torto. Il posto a cui ha fatto ritorno, nel frattempo, si è a sua volta spostato di qualcosa come 50 chilometri. Che sia effettivamente tornato indietro al suo punto di partenza dipende, per dirla con le parole giuste, dal suo "sistema di riferimento", ossia quali aspetti egli sceglie di considerare, e quali invece decide di trascurare: se valuta la sua posizione rispetto al treno, o se invece la valuta rispetto al luogo lì fuori.

Potremmo metterci a costruire complessi esempi di questo tipo. La ragazza del cuore del nostro amico è fuori sul marciapiede che lo guarda partire; egli cammina verso la coda del treno, e per un po' riesce a mantenere una posizione costante rispetto alla sua ragazza. C'è una quantità di esempi analoghi. E questa relatività del movimento non è peculiare dei treni: troviamo la stessa cosa quando un traghetto attraversa un fiume, o quando un nuotatore nuota in una corrente, e magari qualche volta vi siete divertiti come dei ragazzini scendendo sulla scala mobile che sale nel grande magazzino vicino a casa, a guardarvi mentre camminavate in giù pur restando fermi. Tutto questo è perfettamente noto e familiare; l'unica differenza è che nel volo diventa improvvisamente importante.

IL TERZO CONCETTO FONDAMENTALE: NOI SIAMO *DENTRO* L'ARIA

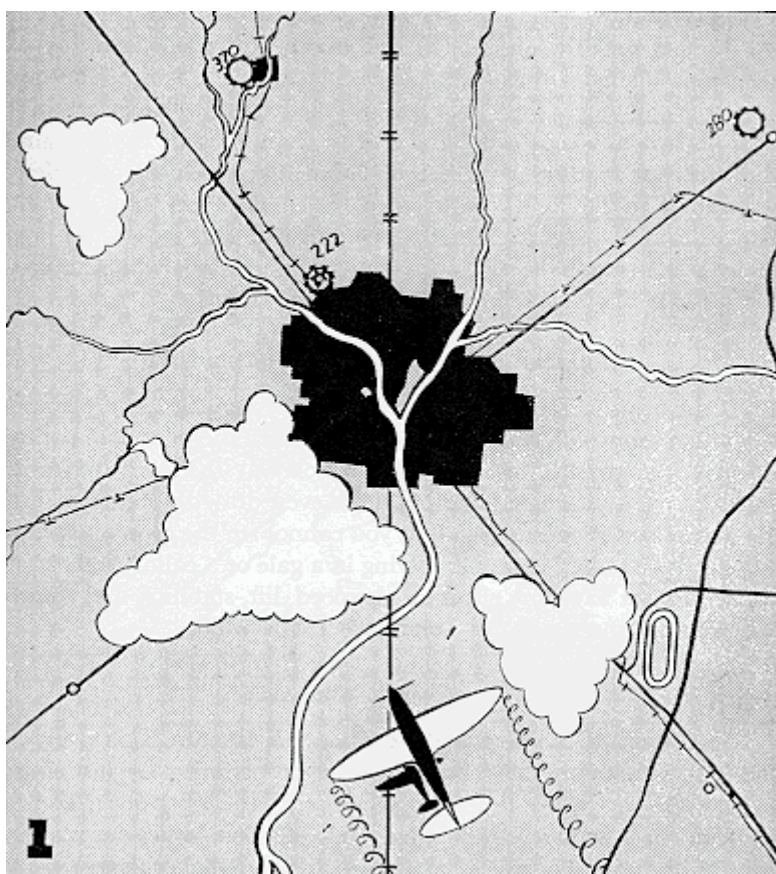
Qui infatti arriva il terzo concetto fondamentale: un aereo che vola nell'aria in movimento è come un uomo che cammina dentro un treno che viaggia. Questo, notatelo bene, non è una battuta, o un modo di dire, ma un assoluto dato di fatto. I due esempi non sono all'incirca simili, ma sono assolutamente corrispondenti. Gli aspetti matematici, fisici e logici di due casi sono identici. Esattamente come il passeggero è "contenuto" nella carrozza ferroviaria, ed isolato dal sito circostante, così è l'aeroplano in volo, totalmente "contenuto" dall'aria circostante ed isolato da ogni collegamento col terreno. L'elica lo sospinge, agendo non sul terreno, ma sull'aria circostante. Le ali lo sostengono appoggiandosi non al terreno, ma all'aria circostante. Perciò il chilometro cubo o giù di lì d'aria in cui l'aereo vola è, per esso, esattamente ciò che è la carrozza ferroviaria per il nostro passeggero. L'unica differenza è che la carrozza ferroviaria avvolge il passeggero in modo visibile, mentre l'aria avvolge l'aeroplano in modo invisibile.

Per quanto detto, tutto ciò che è vero a proposito del passeggero che cammina dentro un treno che viaggia, è vero di un aereo che si muove all'interno di una massa d'aria che a sua volta si sposta. Anche l'aereo è soggetto a due movimenti contemporaneamente. Ha un moto *dentro* l'aria, che corrisponde al camminare del passeggero all'interno del treno. Ed ha un moto *con* l'aria, chiamato *deriva*, che corrisponde al viaggiare del treno. Esattamente come il passeggero del treno, il pilota può concentrare la propria attenzione su un tipo di movimento o sull'altro, a suo piacere; e quando avrà preso familiarità con

l'aria, sarà in grado di considerare i due moti contemporaneamente, senza confondersi.

IL MOTO DENTRO L'ARIA

Consideriamo per primo il movimento *dentro* l'aria; in un certo senso, questo è il moto più importante, perché è quello grazie al quale l'aria impatta le ali generando la portanza, come pure impatta i piani di coda assicurando all'aereo stabilità e possibilità di controllo. Fra le altre cose, è il movimento registrato dall'anemometro.



Muoversi di traverso: Il volo col vento al traverso, osservato da un punto strategico fermo ed alto sul terreno. Nella figura l'aria è parzialmente visibile - le nuvole infatti non sono altro che aria resa visibile. I vortici delle estremità alari (che qualche volta di vedono davvero) sono stati resi visibili in questa figura per far vedere la traiettoria dell'aereo dentro l'aria. Il pilota vuole seguire la ferrovia che va diritta verso il centro della figura. Tuttavia punta il suo aereo verso la nuvola a forma di "T" che si trova in alto a sinistra. Il vento soffia da sinistra a destra. Osservate ora le die figure successive in rapida sequenza, per avere un effetto di animazione.

Il movimento dell'aereo *attraverso* l'aria non è influenzato in alcun modo dal fatto che l'aria è a sua volta in movimento: non di più di quanto il passeggero che passeggia per il treno è influenzato dal moto del treno. Il passeggero trova che è altrettanto facile muoversi verso la testa o la coda del treno, o verso l'uno o l'altro lato: non è richiesto un diverso equilibrio, non produce sensazioni diverse. Allo stesso modo,

l'aeroplano non può "sentire" alcuna differenza fra il volare a favore o contro a al traverso del vento. La sensazione è la stessa, il motore non deve sforzare di più, la velocità indicata è la stessa, la portanza è la stessa.

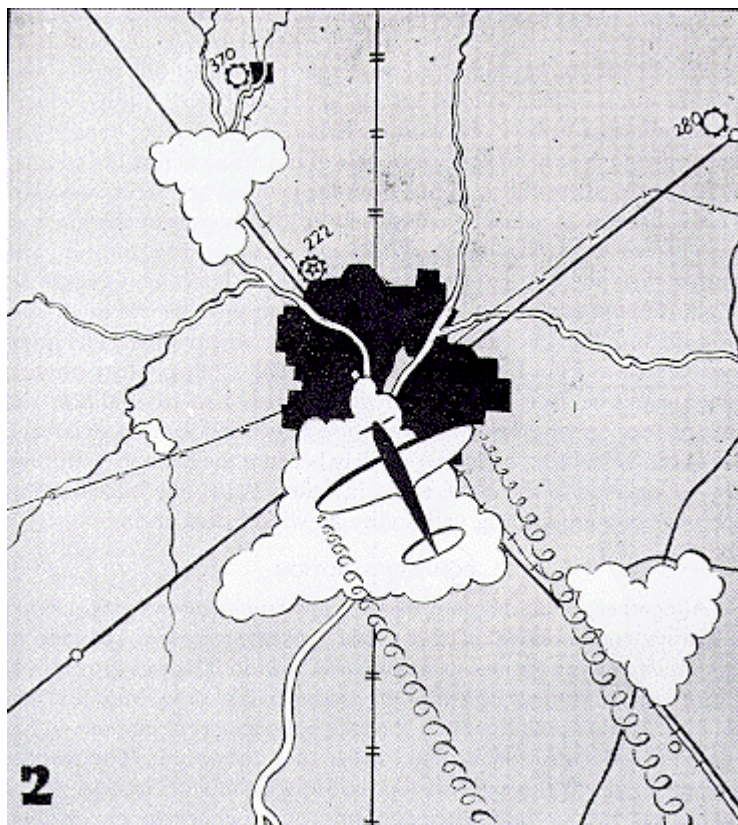
L'AEROPLANO NON SENTE IL VENTO

Se il passeggero del treno non osserva il paesaggio che scorre all'esterno, non può dire da che parte il treno sta viaggiando; se il pilota non osserva il terreno, non può dire da che parte soffia il vento. Come il passeggero del treno, il pilota può tirare le tendine: basta andare sopra uno strato continuo, in modo da non poter vedere il terreno, e non potrete dire se state volando in una violenta corrente d'aria o in una calma di vento. In breve, il vento non ha alcuna influenza su velocità indicata, portanza, stabilità, possibilità di controllo: un aeroplano, una volta in volo, non può "sentire" il vento.

IL MOTO CON L'ARIA

Occupiamoci ora del movimento dell'aeroplano con l'aria. Questo è esattamente il tipo di movimento che il passeggero del treno effettua anche standosene fermo e seduto, o meglio il tipo di movimento che egli effettua per il fatto di trovarsi in un treno che viaggia, indipendentemente da come si muova all'interno del treno. Indipendentemente dalle manovre che un aereo compie all'interno della massa d'aria che lo avvolge, esso partecipa, anche senza volerlo, al movimento della massa d'aria: *va alla deriva* insieme al vento.

Attenti a non pensare che l'aereo va alla deriva perché il vento gli soffia contro. Sarebbe come dire che il passeggero arriva a Chicago perché la carrozza lo sospinge, lo preme, lo strattona fino a Chicago. Significherebbe che l'aria preme più forte contro una fiancata dell'aereo che contro l'altra. Non è così: il vento non può premere contro l'aereo, perché questo non si offre alla pressione del vento, non oppone nessuna resistenza: esso si sposta *insieme* all'aria.



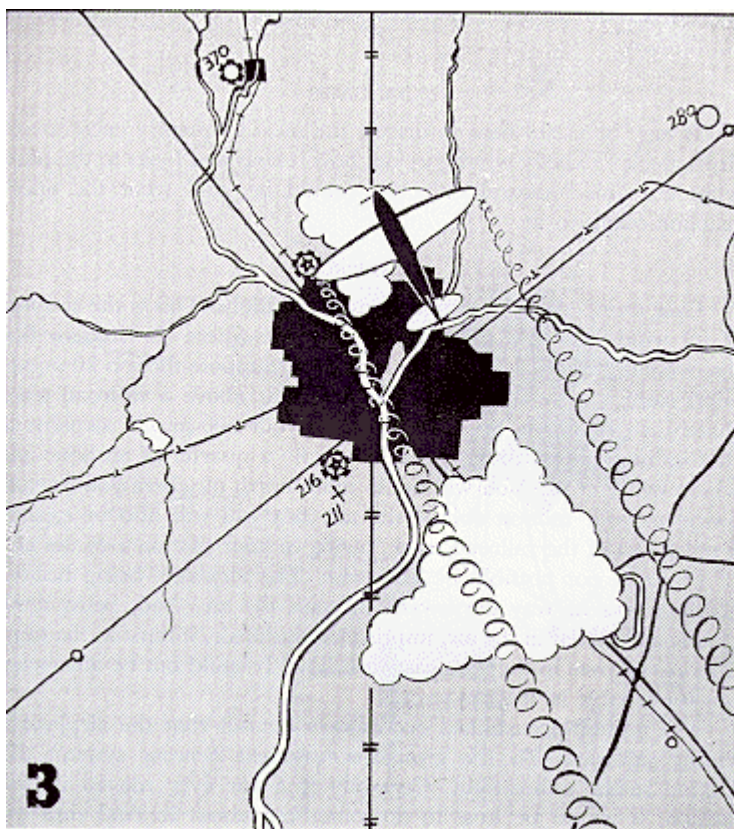
La combinazione dei movimenti: l'aereo è avanzato verso la nuvola a forma di "T". La scia rettilinea dietro di lui dimostra che vola dritto. Nel frattempo però l'intera massa d'aria si è spostata da sinistra a destra; la nuvola a forma di cuore ora è sull'ippodromo, la nuvola grande è sulla città. Il moto dell'aereo rispetto all'aria, dimostrato dalla scia, combinato col movimento dell'aria rispetto al terreno, dimostrato dall'attuale posizione delle nubi, ha fatto avanzare l'aereo dritto lungo la ferrovia, come voleva il pilota. Ma per un osservatore che non potesse percepire il movimento dell'aria, l'aereo sembrerebbe muoversi di traverso.

Un buon esempio di questo tipo di moto, la deriva, è dato dalla traiettoria di un pallone libero. Si tratta di un tipo di velivolo che non è caratterizzato da alcun movimento *rispetto* all'aria (a parte salire e scendere), ma che si sposta soltanto *con* l'aria. Il pallone libero non ha alcuna "velocità indicata", nessun "vento apparente". Per i suoi piloti, esso sembra viaggiare sempre in condizioni di calma piatta. Anche se sta volando in una violenta corrente d'aria e si muove alla deriva sulla campagna a 50 miglia all'ora, non si percepisce la minima corrente d'aria stando nella navetta. Questo è perché esso cede completamente al movimento dell'aria e partecipa ad esso: il pallone non preme contro l'aria, né questa preme contro il pallone, quindi non c'è nessuna opposizione di forze. A volte gli allievi argomentano che il vento deve esercitare una qualche forza sul pallone che va alla deriva, altrimenti perché ci sarebbe la deriva? Il ragionamento origina da un fraintendimento della fisica elementare, che potrebbe essere chiarito leggendo la prime dieci pagine di tutti i libri di fisica per le scuole. La risposta è che il vento non può esercitare alcuna forza su un pallone alla deriva, proprio in virtù della deriva. O, in altre parole, il pallone va alla deriva precisamente perché la sua deriva annulla la forza del vento *si di sé*.

LA COMPOSIZIONE DEL MOTO

Per quanto detto, il percorso che l'aereo effettua sul terreno è sempre composto da due differenti tipi di moto: il suo movimento *rispetto* all'aria e il suo movimento *con* l'aria. Essi sono del tutto diversi. Il movimento *rispetto* all'aria produce portanza, resistenza, stabilità e possibilità di controllo. Il movimento *con* l'aria è il tipo di moto del pallone libero: non ha effetto alcuno sull'aeroplano, oltre allo spostarlo alla deriva. I due tipi di movimento sono diversi, ma non possono essere distinti a occhio. L'occhio infatti, che non può vedere l'aria, ma può soltanto stimare in riferimento al suolo, registra semplicemente la composizione dei due tipi, ossia il moto risultante dell'aeroplano rispetto al terreno.

Ciò causa un po' di confusione al pilota, soprattutto se è un principiante. Anche se questi riesce a capire il tutto in teoria, rimane pur sempre un animale terrestre, non un uccello. Può vedere solo il terreno, non l'aria. Il suo senso di equilibrio, il suo senso di orientamento, il suo sistema nervoso, tendono a ricevere dati, semplicemente e in modo semplificato, dal moto che osserva rispetto al terreno, che lo voglia o no. Ma, poiché il suo moto sul terreno comprende sia lo spostamento *con* l'aria che quello *nell'aria*, le azioni di controllo che ne risultano finiscono per essere sbagliate.



Ce l'ha fatta: ora l'aereo ha raggiunto la nuvola a forma di "T" verso cui ha continuato a fare rotta. Nel frattempo tutta la massa d'aria (di cui le nubi costituiscono la parte visibile) ha continuato a spostarsi. Quando ha raggiunto la nuvola, questa si trova sopra la ferrovia. Così è riuscito a mantenere la rotta che voleva ri-

spetto al terreno. Notare che il suo percorso rispetto all'aria è stato rettilineo, come dimostra la scia. Non è necessario dare pedale con il vento al traverso, e neppure agitarsi coi controlli. L'aeroplano non si accorge del vento.

Egli deve imparare a distinguere fra i due tipi di movimento, e a distinguere sempre.

ALCUNI ESEMPI

Può essere utile ora esaminare alcuni degli effetti più comuni della deriva: cosa succede esattamente, quali sono le sensazioni del pilota, quale sarà la reazione dell'uomo della strada, e quale dovrebbe essere la reazione del pilota.

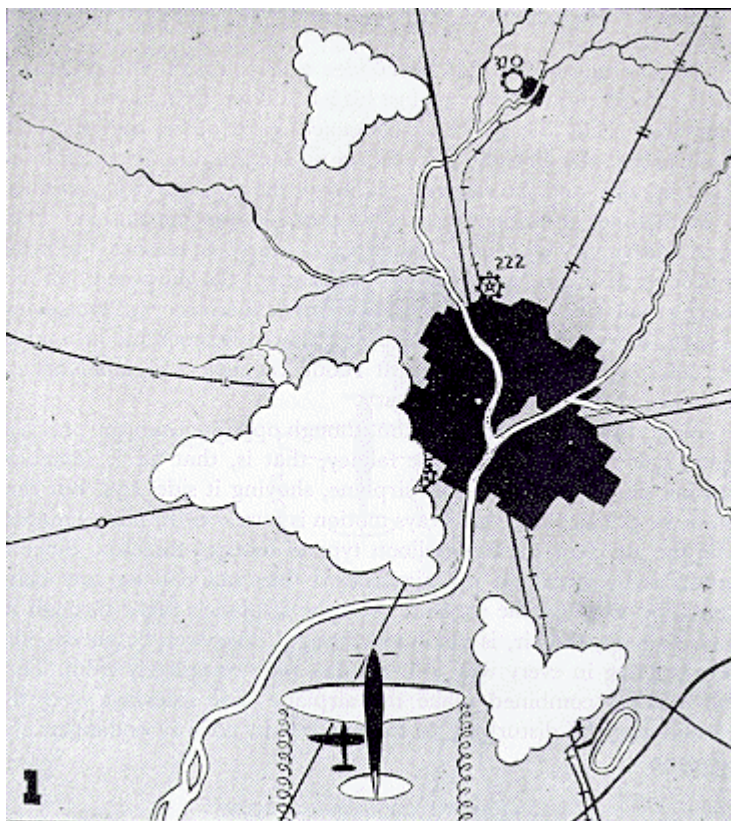
CAMMINARE DI LATO

Il primo caso è quello del volo col vento esattamente al traverso. Questo è il caso di deriva più intuitivo, e di solito è quello grazie al quale l'allievo pilota scopre per la prima volta che esiste qualcosa chiamato deriva. Supponiamo che ci sia un vento di 20 nodi da ovest, e supponiamo di trovarci proprio sopra una ferrovia che va esattamente a nord. Supponiamo di dirigere il nostro aeroplano che vola a 100 nodi in modo che punti esattamente a nord; voliamo per un quarto d'ora e dove ci troveremo? Saremo 25 miglia a nord rispetto al punto di partenza, grazie al nostro movimento *rispetto* all'aria. Ma saremo anche esattamente 5 miglia ad est della ferrovia, grazie al nostro movimento *con* l'aria.

Non potrebbe essere altrimenti. L'aereo, avendo prua Nord, va per la sua rotta a nord rispetto all'aria. E, essendo completamente immerso nell'aria, imprigionato nell'aria, deve nello stesso tempo partecipare al movimento dell'aria verso est. Non potrebbe essere altrimenti, ma, e qui è il problema, sembra impossibile.

L'occhio abituato al terreno registra ingenuamente che l'aereo sbanda di fianco. Al nostro istinto, abituato al terreno, questo tipo di movimento sembra poco salutare. Certo, se un'automobile si muovesse in questo modo, sarebbe urgente pensare a qualche rimedio. E allo stesso modo il nostro senso di equilibrio, abituato al terreno, entra in funzione e cerca di fermare il movimento laterale facendo qualcosa coi comandi.

Di solito, l'allievo ha un impulso irresistibile a dare piede sinistro per fermare lo sbandamento a destra. La cosa, oltre ad essere inutile, è anche insensata. Dando piede sinistro, riuscirà soltanto ad imbarcare l'aereo a sinistra, facendo oscillare il muso sempre più; ma anche in questo caso l'aereo non andrà dove punta, e il movimento laterale a destra continuerà. Se l'allievo continua a dar piede cercando di "contrastare la deriva", alla fine metterà l'aereo fuori rotta, forse si metterà a fare dei bei cerchi, e tuttavia continuerà il movimento di deriva verso est.



Questione di punti di vista: La serie di figure che segue illustra lo stesso caso della serie precedente. Stesso vento, stesso aereo, stesso volo, "fotografato" negli stessi tre istanti. Differenza: l'osservatore ora si sposta con l'aria, come se si trovasse in una mongolfiera. La prima serie di immagini ha mostrato la deriva come la vedrebbe un osservatore di terra (a parte il fatto che la visione è dall'alto verso il basso). Questa serie illustra la deriva in modo più vicino a quello del pilota. Queste immagini potrebbero confondere, ma così fa anche la deriva. Vale la pena che l'allievo ci perda un po' di tempo per schiarirsi le idee.

Notando che il piede sinistro lo fa deviare fuori rotta, probabilmente l'allievo azionerà gli alettoni in verso opposto, volando con l'ala destra più bassa. Così le due azioni si annullano a vicenda, e l'unico risultato è che l'aeroplano è forzato a volare in un assetto che ne diminuisce l'efficienza, in una leggera e continua scivolata d'ala, e la deriva verso est continuerà.

A volte l'allievo arriva alle conclusioni opposte. "Il vento ovviamente soffia sul mio fianco sinistro, pensa, e mi sposta a destra. Da quel che so a proposito del piano di deriva dell'impennaggio, e giudicando dall'esperienza che si fa rullando a terra col vento al traverso, in vento ora dovrebbe cercare di farmi ruotare sulla sinistra". Così tiene piede destro per contrastare una tendenza a ruotare del tutto immaginaria.

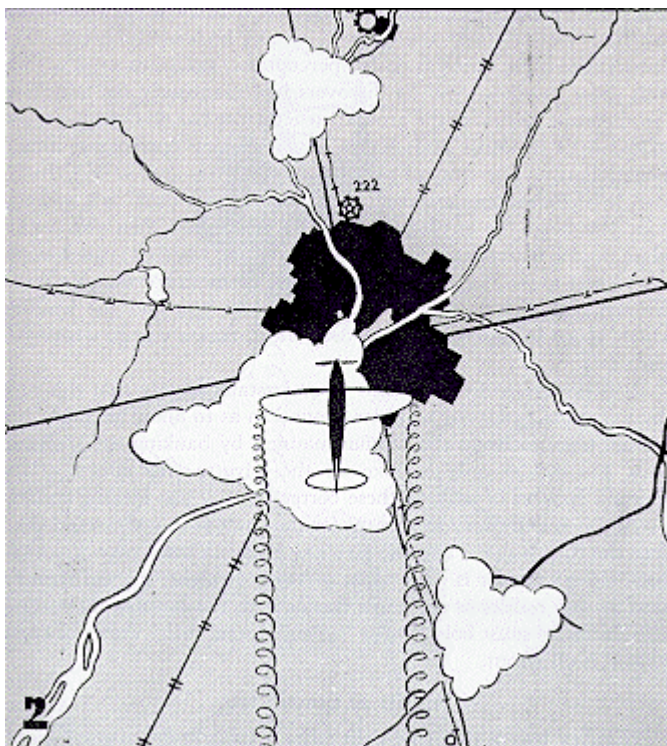
Da notare che la reazione di questo signore, benché opposta a quella precedente, è basata sullo stesso presupposto sbagliato: quello cioè che l'aria è qualcosa che soffia contro il fianco dell'aereo, spostandolo lateralmente. Ma non è così: lo spostamento laterale dell'aereo è propriamente deriva, è propriamente spostamento *insieme* con l'aria. È il movimento tipico del pallone libero, inerte. Dal momento che non produce reazio-

ni sull'aereo, non richiede alcuna azione correttiva sui comandi. E il volo dell'aereo all'interno del suo elemento proprio, l'aria, è assolutamente rettilineo, sicuro, ben bilanciato: l'aereo vola, sotto tutti gli aspetti, come se il giorno fosse del tutto senza vento. Il fatto che i moti combinati facciano traslare l'aeroplano lateralmente rispetto al terreno potrà disturbare l'occhio, ma in nessun caso mette a repentaglio l'aeroplano.

COME SI CONTRASTA LA DERIVA

Va bene, si potrebbe ribattere, sarà tutto così; però bisogna comunque fermare il moto laterale dell'aereo. Alla fine dei conti, io voglio seguire la mia ferrovia e volare a nord. Lasciamo stare la natura della deriva; ciò che io voglio è non andare alla deriva.

La risposta è che il movimento laterale dell'aereo non può venire annullato. Niente al mondo può evitare che un aereo si sposti verso est, finché vola in un flusso d'aria che soffia da ovest. Però si può eludere questo effetto, e il pilota esperto lo fa senza neppure pensarci. Appena si accorge della deriva verso est, egli dirige l'aereo leggermente a ovest rispetto al nord. È un ragionamento, e si può star sicuri che, quando il



Dritti rispetto all'aria: forse il pilota vola senza neppure guardare a terra. Forse non ha neppure in mente una rotta particolare da seguire. Vola e basta. Se le nuvole sotto di lui stessero ferme, non si accorgerebbe neppure dell'esistenza del vento; se osserva il terreno, si accorgerà che questo non si sposta "come dovrebbe".

moto di traslazione verso est *insieme* all'aria si combina con questo spostamento a nord-ovest *rispetto* all'aria, il moto che ne risulta rispetto al terreno sarà esattamente a nord. Il pi-

lota esperto, con i suoi sensi ben addestrati, fa questo ragionamento con estrema sicurezza. E subito si accorge (osservando il moto apparente del terreno) se ha deviato troppo o troppo poco per la deriva, ed esegue tutte le correzioni necessarie quasi senza accorgersene. Naturalmente l'allievo ha un occhio meno sicuro. Nel suo caso, è più evidente che il "deviare per la deriva" è frutto di un ragionamento astratto, dirigi l'aereo a occhio, osservi la sua rotta rispetto al suolo, aspetti un po', e stai a guardare se va dove volevi. Se non ci va, fai un'altra correzione, cerchi una prua un po' diversa, finché alla fine trovi la rotta che, combinata con l'effetto della deriva, ti fa andare dove vuoi andare.

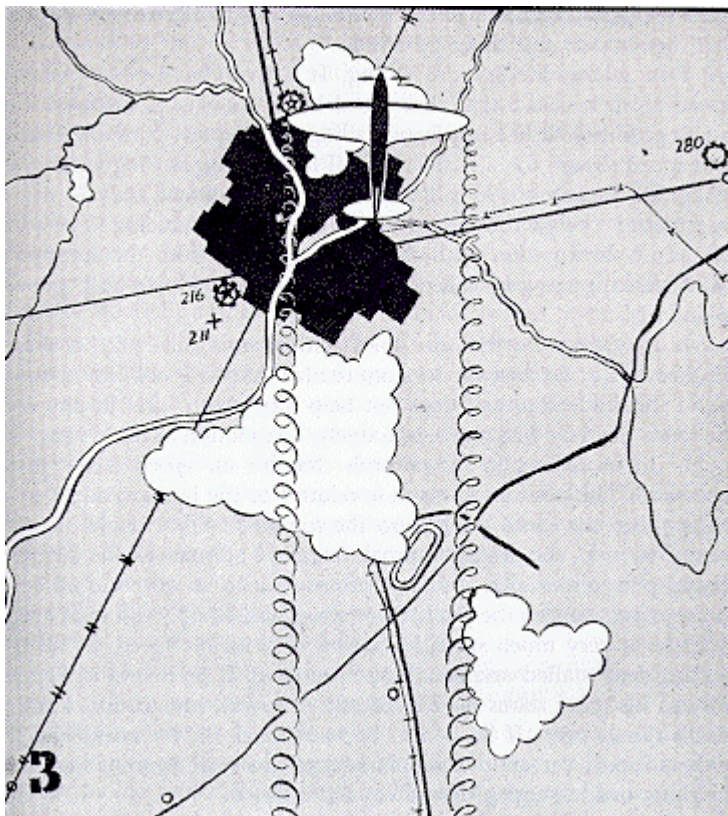
È importante per un allievo capire chiaramente che questa virata, con la quale dirige l'aereo in una certa direzione e poi in un'altra per correggere la deriva, è una normalissima virata, eseguita nel solito modo, inclinando lateralmente l'aereo, e usando il piede solo per contrastare l'effetto di imbardata inversa causato dagli alettoni. Non fate queste correzioni dando solo piede.

Ed è estremamente importante per l'allievo capire che, una volta che la virata è stata eseguita e l'aereo punta in una diversa direzione, il volo rispetto all'aria è di nuovo perfettamente rettilineo: quindi non c'è nessun bisogno di dare piede o di tormentare i comandi. Quello che pensa che deve continuare a dare piede "per contrastare la deriva" non ha capito niente.

COL VENTO IN CODA

Il secondo caso di deriva è quello del vento in coda piena. Normalmente, in quota, non c'è un gran che da preoccuparsi in questo caso. Si fa una gran buona media, tutto qui. Ma supponiamo che un pilota, stanco o distratto, sbaglia nell'osservare la manica a vento e sceglie un avvicinamento in favore di vento, pensando di stare volando col vento frontale. Il nostro uomo si troverà di certo confuso per gli effetti di vento.

L'aereo è veloce, e plana a, diciamo, 65 nodi rispetto all'aria, mentre sta derivando con l'aria a, diciamo, 20 nodi. E poiché i due moti sono nella stessa direzione, la velocità dell'aereo rispetto al suolo sarà di 85 nodi. "Caspita - pensa il pilota quando guarda giù e vede il terreno che gli vola via da sotto - come vado! Questa volta non si stalla di sicuro. Di fatto mi conviene rallentare un po'"



Pare che ci sia vento: Il pilota ha volato dritto rispetto all'aria. Però la città che prima si trovava alla sua destra, ora è alla sua sinistra; e non si trova sotto di lui come "avrebbe dovuto". Il pilota si accorge che ha un vento con una qualche componente frontale che lo fa derivare sulla destra e che riduce la velocità rispetto al suolo.

Poveraccio. Ha preso un bel granchio. È vero che ha velocità in abbondanza. Ed è anche vero che è la velocità ce impedisce all'aereo di stallare. Ma ciò che gli impedisce di stallare non è la velocità pura e semplice, ma la velocità *rispetto* all'aria: bisogna che tutta quest'aria continui a soffiare contro l'ala. Degli attuali 85 nodi del nostro uomo, solo 65 sono rispetto all'aria (indicata) e generano portanza. Gli altri 20 nodi sono movimento con l'aria (deriva), e dal punto di vista della generazione della portanza sono una falsa velocità: non contribuiscono al sostentamento dell'aeroplano.

Può anche essere che il pilota lo sappia benissimo - in teoria. Ma poiché non ha capito che sta arrivando in favore di vento, la sua conoscenza non lo aiuta un gran ché, e, in ogni caso, tenderà a comportarsi per quello che vede, e di fatto vede una velocità elevata. Dovrebbe accorgersi dalla risposta dei comandi che non ha tutta questa velocità rispetto all'aria. La posizione del muso rispetto all'orizzonte dovrebbe suggerirgli la stessa cosa, e anche i rumori del volo dovrebbero metterlo in guardia. Ma l'uomo, animale terrestre, si fa guidare dall'occhio. Soprattutto nel pilota alle prime armi, le impressioni visive tendono a prevalere su tutte le altre percezioni. Così il nostro povero amico finisce per rallentare. E poco dopo sarà molto sorpreso quando, con tutta la sua velocità, di colpo sentirà di stallare e si vedrà precipitare. Se è svelto, abbas-

serà il muso, darà tutta manetta, recupera lo stallo, e sale per poterci pensare un po' su. Altrimenti, tirerà indietro la barra, e le cronache ci diranno di un altro aereo che è stato visto venire all'atterraggio, ha improvvisamente buttato giù il muso e si è schiantato.

GLI EFFETTI DEL VENTO SULLE VIRATE

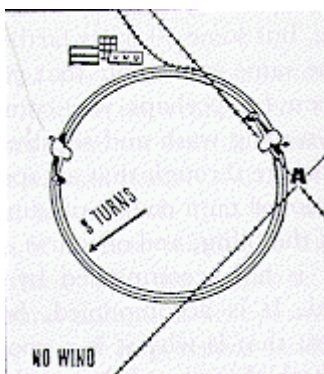
L'effetto del vento sulle virate può essere meglio capito per mezzo di una manovra di addestramento che viene talvolta chiamata *otto con deriva*. Voliamo con prua giusto a sud, e voliamo dritti e livellati. Nel momento in cui sorvoliamo un punto cospicuo sul terreno, diciamo un fienile, cominciamo una virata, per esempio, a 30 gradi di bank. La manteniamo per 360 gradi, cioè per un giro completo, finché non abbiamo ancora prua sud, mantenendo il rateo di virata esattamente costante. In aria calma significherebbe fare un cerchio, quindi ritornare esattamente sul fienile di partenza. Col vento però le cose cambiano. Anche se manteniamo l'angolo di bank esattamente costante, descrivendo un perfetto cerchio *rispetto all'aria*, questa a sua volta si muove, e noi con lei: il percorso effettuato rispetto al terreno non sarà quindi un cerchio, ma assomiglierà piuttosto ad un numero sei. Nel momento in cui avremo di nuovo prua sud, non ci troveremo sul nostro fienile, ma un 50 - 100 metri sottovento rispetto a questo.

Se questa manovra ci è chiara, abbiamo capito tutto il problema della deriva durante le virate. È esattamente il caso del nostro passeggero del treno che lascia il suo posto, va a cena al vagone ristorante, torna indietro alla sua poltrona e tuttavia, a giudicare dal paesaggio all'esterno, non è tornato al punto di partenza, ma a una cinquantina di chilometri più avanti sulla strada per Chicago. Noi siamo tornati nella stessa zona d'aria in cui ci trovavamo all'inizio della manovra, magari siamo stati così precisi da sentire sulle ali la turbolenza causata dal nostro primo passaggio in quella zona d'aria. Ma quella zona d'aria a sua volta si è spostata di un centinaio di metri.

Così funziona la cosa, e naturalmente la deriva dell'aereo non è accompagnata da alcuna forza, laterale, frontale o posteriore. Tuttavia è accompagnata da una sensazione di confusione per il pilota, e questa è a ragione per cui è un esercizio utile. Se il pilota non osserva il terreno, non osserva alcun effetto del vento, e non si confonde. Ma non si può aiutare osservando il terreno e notando come ora accelera, ora deriva lateralmente, ora rallenta, e alla fine come deriva lateralmente dall'altra parte. Le sue reazioni sembrano dipendere da ciò su cui la sua attenzione è concentrata. Se è concentrato sulla sua traiettoria rispetto al terreno, egli nota come questa viene deformata, e involontariamente cercherà di correggerla, magari accentuando o diminuendo il rateo di virata, o forse - e questo sarebbe un guaio - cercando di "dare piede per contrastare la deriva", imbardando e scivolando nelle fasi della virata in cui "sente" il vento dalla sua parte. Se la sua attenzione è concentrata soprattutto sull'eguire una bella virata, la tenden-

za a imbarcare e scivolare sarà opposta: appena nota l'apparente movimento laterale dell'aereo, tenderà a scivolare quando vira da sopra vento a sottovento, e ad imbarcare quando vira da sottovento a sopra vento. In ogni caso, deve semplicemente imparare a rilassarsi, lasciare che la deriva produca i suoi effetti, e non tentare di contrastarli. Egli deve imparare a pilotare l'aereo soprattutto in base all'assetto e col sedere, trascurando le forti impressioni di spostamento laterale e di moto improprio che il terreno trasmette ai suoi occhi. Il pilota deve giudicare meno con gli occhi e più con gli altri sensi che non l'uomo di terra.

Un altro esercizio serve a raggiungere lo scopo opposto: descrivere un cerchio perfetto rispetto al terreno, non ostante gli effetti del vento. Questo è il senso di fondo della maggior parte di quegli esercizi di volo ad "otto" che agli allievo odiano con tutto il cuore. I requisiti precisi di queste manovre sono soggetti a cambiare col cambiare delle idee degli esaminatori ministeriali e degli istruttori di volo.



Nell'aria calma un pilota che descrive un cerchio perfetto rispetto all'aria, descrive anche un cerchio perfetto rispetto al terreno.

Questo però è un elemento comune: in presenza di vento non si può descrivere un cerchio perfetto rispetto al terreno con una traiettoria perfettamente circolare rispetto all'aria. Se si vola in cerchio rispetto all'aria, si ottiene una traiettoria sul terreno deformata, secondo il cosiddetto "otto con deriva". Se si vuole una traiettoria circolare rispetto al terreno, bisogna deformare la traiettoria rispetto all'aria.

E poiché la traiettoria circolare rispetto al terreno è l'idea di base degli otto, esaminiamo qui come si ottiene questa traiettoria. La esatta traiettoria rispetto all'aria in questa manovra è un problema matematico complesso. Ma all'atto pratico è sufficientemente accurato affermare che più l'aereo punta contro vento, minore bank deve avere. Più va in favore di vento, maggiore deve essere il bank. Avremo il massimo angolo di bank nel momento in cui l'aereo vola esattamente in favore di vento. Avremo il minimo angolo di bank nel momento in cui l'aereo vola esattamente controvento. Quindi se uno dividesse il cerchio in due metà, quella controvento e quella in favore di vento, come mostrato in figura, l'angolo di bank dovrebbe essere gradualmente accentuato durante la metà controvento. E

dovrebbe essere gradualmente diminuito durante la metà in favore di vento.

ALCUNE DOMANDE COMUNI

Può valere la pena rispondere ad alcune domande che vengono invariabilmente poste dagli allievi. Qualcuno chiede: "Abbiamo detto che, quando l'aereo è in volo, non sente il vento ma vola, si mantiene in equilibrio e risponde ai comandi esattamente come nell'aria calma. Se è così, perché ci viene richiesto di eseguire le viti, le candele eccetera mantenendo prua controvento? Il motivo non è che facendole col vento in coda o al traverso sarebbero pericolose o difficili; il fatto è che eseguendole controvento si evita che l'allievo si perda mentre è concentrato sulla manovra. Se eseguiamo, per esempio, una serie di viti, ci muoviamo di poco in avanti rispetto all'aria. Se le eseguiamo controvento, l'aria stessa si sposterà all'indietro, e noi con lei: manterremo la nostra posizione rispetto al terreno, e quando avremo finito e ci guarderemo intorno, saremo in vista del campo. Se eseguiamo la manovra in favore di vento, il movimento con l'aria e quello rispetto all'aria non si annulleranno a vicenda, ma si sommeranno determinando una sensibile velocità rispetto al terreno, e quando torniamo a guardarci intorno, il campo non sarà in vista.

"Abbiamo detto che ogni aeroplano, anche il più potente, subirà completamente l'effetto del vento, anche della brezza più leggera. Volando contro una brezza di 5 nodi, anche un caccia perderà 5 nodi. Per questo, mi pare che il pilota dovrebbe semplicemente dare un po' più di manetta".

Giusto. Il pilota può essere in grado di mantenere la velocità desiderata rispetto al terreno dando più manetta, trimmando l'aereo per una minore incidenza, e volando più veloce. Ma questo non eluderebbe l'effetto del vento. Invece di avere un aereo da 350 nodi che guadagna 345 miglia all'ora rispetto al terreno, avremmo semplicemente un aereo da 355 nodi che avanza a 350 nodi rispetto al terreno. L'effetto di deriva di 5 nodi sarebbe sempre presente.

"Abbiamo detto che nel volo con vento al traverso, ogni aeroplano, indipendentemente da peso, grandezza o potenza, è pienamente soggetto all'effetto della deriva, anche un aereo da 50 tonnellate che vola a 300 nodi: bene, ora sappiamo che non è vero".

C'è qualcosa di giusto, ma la cosa non è come si può credere. Sì, un aereo grosso e pesante scarroccerà inesorabilmente col vento esattamente come un Piper Cub. Però la velocità determina una differenza all'atto pratico (al contrario del peso, della grandezza o della potenza). Supponiamo di dover fare un percorso di 100 miglia, con un vento al traverso di 20 nodi. Con un aereo che vola ad una velocità di crociera di 100 nodi, puntiamo direttamente sulla destinazione, senza fare alcuna correzione per la deriva. Sappiamo che il viaggio durerà un'ora. Dopo un'ora, guardiamo orologio e terreno, e la destinazione non sarà in vista da nessuna parte: l'aereo è scarrocciato lateralmente di 20 miglia durante l'ora, e la visibilità

media negli Stati Uniti dell'Est è di 7 miglia. Ora facciamo lo stesso viaggio in un aereo da 300 nodi. Facciamo rotta anche in questo caso diritti per la destinazione, senza correzione per la deriva. Anche questo aereo si sposterà nel vento, e in un'ora scarroccerà esattamente di 20 miglia. Però il viaggio durerà solo 20 minuti. Quando, dopo 20 minuti, guarderemo orologio e terreno, la nostra meta sarà spostata lateralmente, ma ancora in vista: in quei venti minuti l'aereo ha scarrocciato solo di 7 miglia circa. Così, mentre l'aereo veloce scarroccia inesorabile come quello lento, la deriva è proporzionalmente meno importante per l'aereo veloce: l'angolo di deriva è minore. Questa è la ragione per cui è molto più facile navigare con un aereo veloce.

"Abbiamo detto che si può camminare all'interno di un treno che viaggia esattamente come se il treno fosse fermo. Ma ci abbiamo mai provato? Non è che sobbalziamo da tutte le parti come tutti gli altri viaggiatori?"

Questo è un argomento importante. Muovendosi veloce sulla strada ferrata il treno trova tutte le irregolarità possibili, e fa sobbalzare i passeggeri. Allo stesso modo l'aria, spostandosi velocemente sul terreno genera tutte le turbolenze possibili, e scuote l'aeroplano: in una giornata di vento l'aria è quasi sempre turbolenta. Però è anche vero che dal sobbalzare di un treno non si può dire in che direzione sta viaggiando. E la stessa cosa è vera dell'aria. In un giorno ventoso, l'aria può essere turbolenta, tuttavia non c'è nessuna differenza nel volare col vento contrario, al traverso o in coda. Questo almeno è ciò che ci insegnano le scienze aerodinamiche. Alcuni piloti affermano che la turbolenza del vento ha effetti differenti sull'aeroplano, in funzione del fatto che si voli contro o a favore di vento. Questa è una questione aperta: si sa poco della struttura interna del vento a raffiche. Qualunque possa essere la verità, ricordiamoci che la cosa è vera solo per le raffiche, non per il vento in sé. In questo capitolo sono stati esposti i fatti più importanti. Coloro che discutono sugli effetti delle raffiche sui velivoli parlano di un argomento sofisticato, e tutti concordano con gli elementi di base esposti in questa sede. A questo proposito il lettore dovrebbe anche essere avvisato che, in prossimità del terreno, la velocità del vento varia rapidamente al variare della quota. Un aereo che sale, scende o vira vicino a terra a volte è soggetto ad alcuni effetti particolari, simili a quelli che hanno luogo quando si sale o si scende da un autobus in movimento.

"Ancora insisto che un aeroplano non scarroccerebbe se il vento non vi premesse contro." "E cosa c'è da dire sui decolli ed atterraggi col vento al traverso?" Un oggetto si sposta non perché una forza agisce su di esso, ma perché una forza ha agito su di esso. A questo punto esso mantiene il suo moto finché un'altra forza non lo ferma o non gli imprime un moto differente. L'istante in cui l'aria sposta l'aeroplano è proprio all'atto del decollo. In un decollo con vento al traverso, appena lasciato il terreno, per un paio di secondi si può effettivamente percepire la spinta laterale dell'aria, che vi dà come una spallata, accompagnata da una tendenza a tirare su l'ala

sopravvento. Ma tutto ciò dura solo un paio di secondi: tanto basta all'aereo per cedere a questa forza, e da quel momento è vero che l'aereo non può sentire il vento.

"I pesci sono fatti per nuotare, gli uccelli per volare" - e anche l'aeroplano non può esimersi: deve volare, perché è stato fatto per questo. Togliete la mani dalla barra di un buon aereo, e farà un buon volo tutto da solo. Togliete anche i piedi dal timone, e molti aeroplani faranno allo stesso modo un buon lavoro. L'aeroplano possiede una sua propria insita volontà, e, in linea generale, vuole fare tutto il necessario per mantenere il volo in condizioni di sicurezza.

Questa intrinseca volontà dell'aeroplano, si chiama, tecnicamente parlando, *stabilità*. Un aereo è stabile se vuole fare le cose giuste, instabile se vuole fare le cose sbagliate. Che l'aeroplano sia stabile (per molti aspetti) piuttosto che instabile, che voglia fare le cose giuste piuttosto che quelle sbagliate, è uno dei fattori più importanti che stan dietro tutta l'arte del volo. Non è che abbiamo un bisogno particolare di volare senza mani. Ma la capacità di un aereo stabile di volare senza le mani è il segno che, anche quando il pilota governa l'aeroplano coi comandi, l'aeroplano lo aiuta, invece di essere contro di lui come tutto sommato potrebbe, e come alcuni dei primi aerei effettivamente facevano.

Se l'arte del pilotaggio consiste in primissimo luogo nel non fare assolutamente nulla, piuttosto che in un'azione continua e frenetica di bilanciamento che non dovrebbe esistere, come invece pensano molti profani, è per merito di questa tendenza dell'aereo a fare sempre le cose giuste. L'aereo corregge continuamente i piccoli errori al fine di realizzare un volo sicuro: li elimina subito, anche prima che questi arrivino a richiedere un'azione correttiva da parte del pilota - di fatto prima che siano avvertibili; no, ancora di più, prima che abbiano il tempo di nascere. In più, che lo intenda o meno, il pilota è sempre guidato dall'istinto del proprio aeroplano. Dato che l'aereo vuole fare le cose giuste, e si rifiuta di fare quelle sbagliate, il pilota può sempre accorgersi se fa bene o se sbaglia basandosi in larga misura sulla risposta dei comandi. Tutti i virtuosismi del pilotaggio con i quali noi imponiamo all'aereo la nostra volontà - inclinarlo di lato o imbardarlo, rallentarlo o farlo andare in picchiata, andare col naso in su, salire, scivolare d'ala, stallare, andare in vite - vengono sempre usati contro l'istinto dell'aeroplano. È la volontà dell'aereo, combattendo con la nostra, che genera le resistenze che noi avvertiamo come sforzo sui comandi.

Per esempio, quando rallentiamo l'aeroplano, lui diventa pesante di muso e tira la barra in avanti contro la nostra mano: ed è in gran parte grazie a questa pressione che noi sappiamo di avere rallentato! Chiunque abbia mai volato su un aereo instabile sa quanto bisogno noi abbiamo in realtà di quel tipo di segnale, e quanto ci manca se non c'è o se non è tale che non possiamo fidare in lui. Per esempio, un aereo che diventa leggermente pesante di coda quando rallenta (quindi un aereo che vuole fare la cosa sbagliata, e che tende ad andare

in stallo) è un aereo traditore, ed è molto più difficile da pilotare correttamente. Va sorvegliato continuamente. Durante un avvicinamento, per esempio, quando l'attenzione del pilota è rivolta al terreno, al sentiero di planata, all'altro traffico, piuttosto che sull'aeroplano in sé, è facile stallare un aereo del genere senza volerlo, solo perché la barra non è lì a ricordare al pilota di mantenere la velocità, non strattona in avanti la sua mano.

Ma proprio per il fatto che la stabilità dell'aeroplano è così intrinseca nella sua natura, sempre presente, molti allievi non si danno mai cura di scoprire cos'è che l'aereo vuole fare di preciso. Lì per lì, probabilmente diranno che l'aereo vuole mantenere il muso puntato all'orizzonte, ossia che non vuole né salire né scendere, che vuole mantenere le ali livellate, e che vuole mantenere un andatura rettilinea.

Su tutte tre le cose, ha torto.

GLI ELEMENTI FONDAMENTALI DELLA STABILITÀ

Che un buon aereo, senza interventi del pilota, voli livellato e mantenga le ali orizzontali è semplicemente non vero, anche se questa affermazione si trova in molti manuali di volo. In primo luogo non è assolutamente una descrizione veritiera di ciò che l'aeroplano farà, se lasciato a sé stesso. L'aereo non manterrà un assetto livellato, se non in certe particolari condizioni, la più significativa delle quali è che l'aereo non deve avere alcun angolo di bank, e che il motore deve continuare a girare a potenza costante. E l'aereo non manterrà neppure le ali livellate, se non quando riceve un fattivo aiuto dal pilota: se l'aereo deve mantenere le ali livellate, il pilota deve tenerlo dritto con un'azione correttiva di timone. E pochissimi aerei voleranno a lungo in modo rettilineo, quando i piedi e le mani del pilota non sono sui comandi. Anche se l'effetto torsionale è assente, o è propriamente compensato, molti aerei inizieranno presto una virata, e la virata diventerà una spirale a scendere; spesso una pericolosa discesa a spirale.

In secondo luogo, l'idea di stabilità legata al volo dritto e livellato è fuorviante anche in un'accezione più profonda, perché prova a descrivere la "volontà" dell'aereo in termini falsati. L'aereo non si preoccupa del suo assetto, non presta particolare attenzione al terreno o al fatto che il suo muso punti in alto o in basso o all'orizzonte, o se le ali sono livellate o inclinate. L'aereo è impegnato in qualcosa d'altro: il suo vento apparente. Lui cerca di mantenersi propriamente allineato non rispetto al terreno o all'orizzonte, ma rispetto al suo vento apparente.

LA TENDENZA A PRENDERE VELOCITÀ

Questo concetto probabilmente confonde le idee. La strada migliore per fare chiarezza è prendere il toro per le corna, e partire dall'aspetto più importante della stabilità dell'aereo: la stabilità longitudinale sull'asse trasversale, ossia ciò che l'aereo vuole fare nel senso cabra - picchia.

In questo caso non è vero che un aereo tende a mantenere il muso puntato all'orizzonte, ossia che tende a mantenere un assetto di volo livellato. Non sarebbe vera neppure l'affermazione contraria, per esempio che l'aereo tende a salire o a scendere. Ciò che vuole fare l'aereo non può essere propriamente descritto in termini di assetto. *L'aeroplano vuole volare ad una determinata velocità*, tende cioè a mantenere costante il vento apparente che gli soffia contro.

In sostanza, questa è una spiegazione semplificata che soddisfa il 95 per cento delle questioni. Dato che questa spiegazione è molto più semplice da afferrare che la verità assoluta, e molto più facile da esprimere in termini familiari per il pilota, parleremo per prima di questa: successivamente daremo una spiegazione più rigorosa, che fornisce risposte più precise, ma è meno semplice da capire.

Dunque un aereo stabile tende a volare ad una certa velocità. Punterà in alto, livellato o in basso quel che è necessario per mantenere questa determinata velocità. Se viene rallentato, butterà giù il muso finché non avrà guadagnato quella velocità. Se viene messo in picchiata a velocità elevata, poi lasciato a fare di testa sua, punterà in alto quanto basta per liberarsi di quella velocità in eccesso e recuperare la velocità originaria. Se il pilota toglie manetta, l'aereo butterà giù il muso per riprendersi quella velocità. Se in crociera il pilota dà tutta manetta, non prenderà velocità, ma punterà in alto e salirà ripido quel tanto che gli impedirà di prendere velocità. Un aereo di stabilità ideale, una volta trimmato per una certa velocità, volerà sempre a quella velocità, indipendentemente dalla manetta. A tutta potenza, salirà a quella velocità. Con la potenza giustamente adeguata, volerà livellato a quella velocità; senza manetta, scenderà a quella velocità. Per questo un aereo a volte potrà avere un assetto molto a cabrare, a volte un assetto decisamente a picchiare, e tuttavia rimanere un aereo stabile.

"Bene - dirà l'allievo - non mi sembra che ci sia tutta questa gran stabilità". In verità, per "stabilità" si intende, in fisica, la tendenza di un corpo, non sottoposto ad azioni dall'esterno, a ritornare al suo stato originario. L'esempio classico è quello del pendolo, un peso attaccato ad una fune, che, dopo un'azione esterna, tornerà sempre alla sua posizione originaria: a pendere immobile sotto al punto di fissaggio cui è sospeso. Ma lo "stato" a cui la stabilità tende a ricondurre un corpo non deve essere necessariamente una posizione: può anche essere, per esempio, una temperatura, o una direzione, o qualche altra condizione. Nel caso di un aereo stabile, questa condizione è la velocità: l'aereo tende a recuperare sempre la sua velocità originaria.

Tutto quanto abbiamo detto risulta più chiaro se immaginiamo per un istante che un qualche pazzo si sia costruito un aereo stabile nel senso che tende a mantenere una posizione o assetto costante: per esempio che vuole mantenere il muso livellato indipendentemente dagli altri parametri del volo. Consideriamo come si comporterebbe questo aereo se il motore all'improvviso piantasse. Si comporterebbe esattamente come si

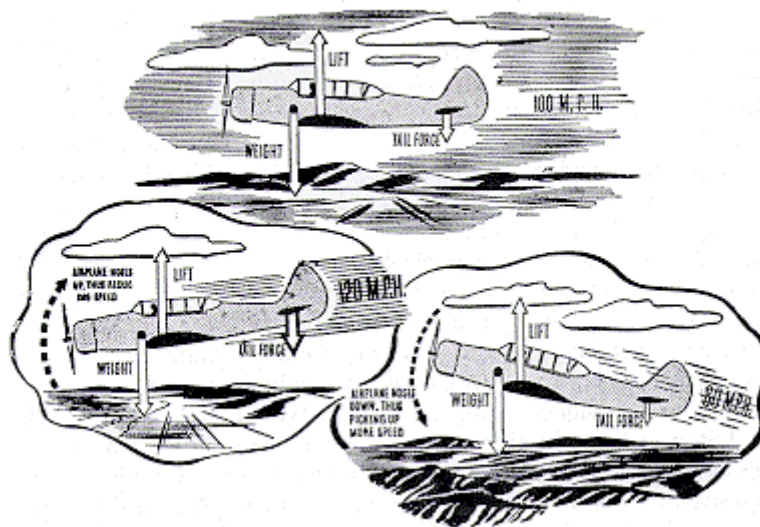
comporta l'allievo, quando è proprio acerbo, nella stessa situazione.

Per questo allievo velocità e vento apparente, incidenza e portanza significano pressoché nulla. L'assetto invece significa moltissimo: lui vuole vedere il suo aereo in un assetto normale, che gli dia sicurezza, prudente: mai troppo inclinato di lato, mai puntato troppo in alto o in basso. Così il nostro allievo alle prime armi, se gli pianta motore, si rifiuta di lasciare che l'aereo punti in giù, e, se l'istruttore non lo previene, in un attimo perderà velocità, andrà in stallo, quindi in vite, e alla fine precipiterà.

Allo stesso modo, un aereo ugualmente stupido tenderebbe a mantenere un assetto costante, e tenderebbe quindi ad andare in stallo se il motore piantasse. Invece un aereo che tende a mantenere costante la velocità, tenderà ad abbassare il muso, nel momento in cui pianta motore. Non andrà così in stallo di sua volontà, e a meno che il pilota, nella pretesa insensata di mantenere un assetto livellato non lo forzi a stallare, avvertirà il pilota e cercherà di opporgli resistenza diventando pesante di muso e strattonando in avanti sulla barra.

Come fa il progettista a dotare l'aereo di questa tendenza al mantenimento della velocità? Di nuovo qui tutta la spiegazione è troppo complessa, e sarà meglio cominciare con una versione semplificata, sacrificando parte della verità. Una spiegazione così semplificata non funzionerebbe se volessimo costruirci un aereo. Però va bene per volare; ci consentirà di sapere in anticipo ciò che l'aereo farà nelle più diverse situazioni. Insomma, è il tipo di verità che i filosofi chiamano verità sperimentale: una teoria è vera se ci possiamo comportare come se fosse vera, senza metterci nei guai.

Ecco qua una spiegazione semplice e pratica della stabilità longitudinale. Il muso dell'aereo è costruito in modo da



Lo stabilizzatore orizzontale può essere visto anche come un dispositivo per mantenere l'aereo a velocità costante. *Sopra*: l'estremità anteriore dell'aereo è costrui-

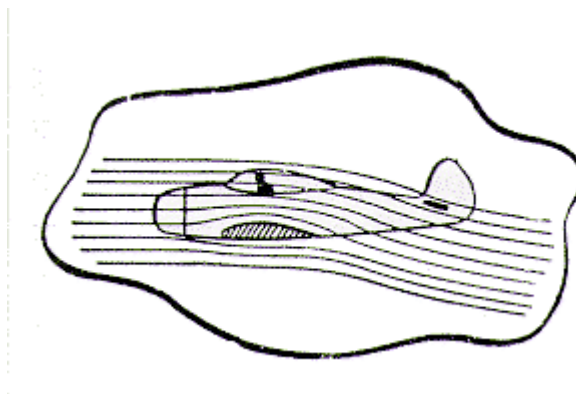
ta in modo da rendere l'aereo pesante di muso, quindi con tendenza a picchiare. Ad una determinata velocità, la tendenza a cabrare dovuta allo stabilizzatore eguaglia la tendenza a picchiare dovuta alla pesantezza del muso. Quella è la velocità alla quale l'aereo "vuole" volare, e alla quale ritornerà alla fine di interventi esterni. A sinistra: se si crea un eccesso di velocità, la forza sviluppata dalla coda aumenta, mentre il peso del muso rimane il medesimo. L'aereo cabra, riducendo così la velocità. A destra: se la velocità diminuisce troppo, la forza esercitata dalla coda viene meno, consentendo al peso del muso di far picchiare l'aeroplano. Questo quindi acquista nuova velocità.

rendere l'aeroplano pesante di muso. Si potrebbe dire che questa è la ragione per cui il motore dell'aeroplano è montato così in avanti: il suo centro di gravità deve essere spostato in avanti rispetto alle ali in modo che l'aereo, per quanto riguarda il suo muso, abbia una naturale tendenza cadere di muso.

LA PARTE MENO CAPITA DELL'AEROPLANO

La coda dell'aereo è costruita per opporsi a questa tendenza a picchiare. Il piano di coda orizzontale è probabilmente la parte dell'aeroplano meno capita. Guardando un aereo che passa sopra, il profano dirà: "Certo; davanti ci sono due ali grandi per sostenere l'estremità più grossa della fusoliera; dietro c'è un paio di alette più piccole, per sostenere la parte più sottile. È logico". Però non è vero. Il piano di coda orizzontale non è fatto per sostenere la coda, ma per tenerla giù: esso è una specie di ala, ma regolata ad un angolo di incidenza negativo, in modo che, durante il volo in condizioni normali, il flusso dell'aria produce una forza diretta verso il basso.

In molti aerei, tutto ciò non è evidente per chi osserva. Le ali e il piano orizzontale di coda sembrano regolati più o meno allo stesso angolo di incidenza. Il fatto è che la coda lavora nel flusso di aria discendente generato dalle ali. Ricordiamoci sempre che le ali generano la portanza premendo l'aria verso il basso. L'aria fluisce contro la coda e la preme verso il basso più di quel che può sembrare all'osservatore casuale.



Nella maggior parte degli aeroplani lo stabilizzatore sembra essere orientato ad incidenza positiva, in modo da produrre una spinta verso l'alto, in condizioni di volo di crociera normale. In realtà però esso lavora nel flusso discendente prodotto dalle ali. Non ostante l'apparenza, l'incidenza effettiva può essere nulla, come nella figura. Nella maggior parte degli aerei essa è però negativa, e produce sulla coda una forza diretta verso il basso.

In questo modo il peso dell'aereo tende a farlo picchiare, mentre lo stabilizzatore orizzontale tende a farlo cabrare. Con l'aereo correttamente trimmato per una certa velocità, diciamo quella di crociera, le due forze sono esattamente bilanciate. Questo è infatti ciò che noi facciamo quando trimmiamo l'aereo per una certa velocità: noi regoliamo l'incidenza del piano di coda orizzontale in modo che, a quella determinata velocità, la spinta aerodinamica della coda verso il basso bilanci esattamente l'azione della gravità sul muso.

L'ALTALENA

Supponiamo ora che il motore pianti, o che venga tolta la manetta, e che l'aereo rallenti. Con minore velocità, la tendenza a picchiare dovuta alla pesantezza del muso rimane, in pratica, esattamente come prima. Ma la tendenza a cabrare dovuta alla forza verso il basso esercitata dalla coda viene meno, perché questa forza è una reazione dinamica al flusso dell'aria e quindi è legata strettamente, esattamente come la portanza delle ali, alla velocità dell'aria: se cala anche di poco la velocità dell'aria, la spinta verso il basso cala di parecchio. A questo punto la coda non bilancia più l'aeroplano, il peso del muso prevale, e fa puntare l'aereo in basso. Una volta in discesa, l'aereo prende velocità, e, man mano che la velocità aumenta, la spinta in basso della coda viene di nuovo a ricostituirsi finché, alla velocità originaria, l'equilibrio è ristabilito; notare però che l'equilibrio ritorna mentre l'aereo scende.

Supponiamo ora che il pilota dia tutta manetta, e che l'aereo acceleri: la spinta verso il basso della coda, che è una forza aerodinamica, aumenta rapidamente con l'aumentare della velocità, mentre la spinta in basso del muso, essendo una questione di peso, rimane sostanzialmente invariata. L'aereo cabra, e, appena cabra e comincia a salire, la velocità comincia a calare. In questo modo, l'aereo di stabilità ideale cerca sempre quell'assetto e quella traiettoria di volo che gli consentano di volare alla giusta velocità.

UN MODELLO PIU' SOFISTICATO

Che la stabilità longitudinale di un aereo sia la sua tendenza a mantenere una velocità costante non è (come qualche lettore potrebbe sospettare) un trastullo mentale dell'autore e suo soltanto. Potrà sembrare strano ai piloti, ma è un fatto scientifico, sul quale concordano tutti gli esperti. Potrà sembrare strano anche agli ingegneri, ma ciò è perché il dato scientifico è stato qui tradotto dal linguaggio dell'ingegneria, che rimane oscuro per la maggior parte dei piloti, in espressioni che per i piloti hanno più senso.

Tuttavia durante la traduzione è stata introdotta una inesattezza non trascurabile. La stabilità longitudinale dell'aereo è stata descritta in questa sede in termini di velocità, gli ingegneri però ne parlano in termini di *angolo di in-*

cidenza. In realtà, ciò che l'aeroplano vuole mantenere costante non è la velocità bensì l'incidenza. Ciò rende tutta la faccenda più difficile da capire, e tuttavia, al 95 per cento, non fa nessuna differenza, come dimostreremo. Per questa ragione il lettore può saltare le prossime quattro pagine, ad una prima lettura di questo libro.

Tuttavia, per la precisione, sembra opportuno esporre di nuovo tutta la questione della stabilità longitudinale nell'ottica più rigorosa dell'angolo di incidenza.

Nel volo rettilineo, includendovi anche le salite e del discese rettilinee, i due enunciati, quello in termini di velocità e quello in termini di incidenza, si equivalgono: se l'aereo vola ad una data velocità, ha anche una certa incidenza; se ha una certa incidenza avrà anche una certa velocità. È durante il volo in curva che le differenze si fanno significative. Nel volo curvo, l'aereo si sovraccarica, per modo di dire, della forza centrifuga; necessita quindi di una portanza aggiuntiva, per sostenere l'aggiunta di questo "peso". Quindi, se vuole continuare a volare alla stessa velocità, necessita di maggiore incidenza; ovvero, se vuole continuare a volare alla stessa incidenza, ha bisogno di più velocità. Quindi, se il nostro concetto di stabilità deve essere applicabile anche al volo curvo, diviene importante capire che in realtà un aereo stabile mantiene costante la propria incidenza, consentendo invece alla propria velocità di variare, se ciò è necessario al fine di mantenere fissa l'incidenza. Quando l'aereo è in virata e noi lasciamo andare la barra, esso non manterrà una velocità costante. Al fine di mantenere fisso l'angolo di incidenza non ostante il "peso" della forza centrifuga generata dalla virata, l'aereo abbasserà il muso per prendere velocità. Se la virata è stretta, l'aereo farà un picchiata ripida e prenderà una velocità elevatissima, ma l'incidenza rimarrà sempre la stessa: di fatto è proprio perché l'incidenza "vuole" rimanere costante che l'aereo va in picchiata!

La tendenza dell'aereo in virata ad abbassare il muso e a prendere velocità è ben nota a ogni pilota: questa è la ragione per cui nelle virate dobbiamo contrastarla tirando indietro la barra - a volte con una certa forza.

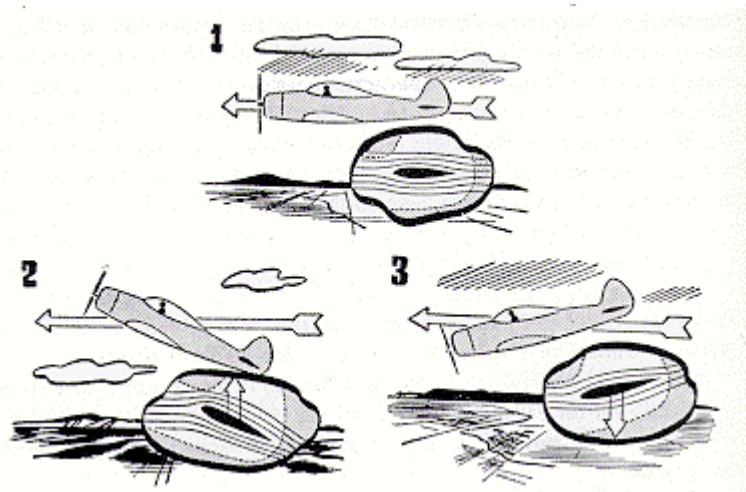
ANCORA A PROPOSITO DELLA CODA

Quale è il dispositivo meccanico che determina l'incidenza alla quale volerà l'aeroplano e che la mantiene così costante? Ora che abbiamo descritto la stabilità longitudinale in modo più rigoroso, dobbiamo riparlare della funzione del piano di coda orizzontale dell'aeroplano. La spiegazione che segue sembra contraddire quella data in precedenza, ma la contraddizione alla fine sarà chiarita.

Prima è stato detto che il muso dell'aeroplano è sempre pesante, e che durante il volo normale la coda esercita una spinta verso il basso. È stato mostrato come questa spinta, variando al variare della velocità, si comporta come una sorta di regolatore di velocità. Ora, tralasciando per un attimo questo concetto, può essere conveniente pensare al muso dell'aereo co-

me a qualcosa di neutro o indifferente, e al piano orizzontale di coda semplicemente come a una sorta di banderuola.

Consideriamo cosa succede quando l'aeroplano, correttamente trimmato, vola livellato a velocità e incidenza di crociera. Il vento apparente soffia contro l'aereo dal davanti. La coda si dispone in posizione tale che il piano orizzontale sia esattamente allineato col vento, in modo che il flusso dell'aria non generi alcuna spinta, né in alto né in basso. L'aeroplano quindi vola a quella particolare incidenza perché la coda tende a disporsi in quella particolare posizione, e la coda tende a



Lo stabilizzatore orizzontale determina l'incidenza alla quale l'aereo volerà. Ecco una rappresentazione semplificata, che trascura il flusso dell'aria verso il basso e molte altre complicazioni. 1. L'aeroplano alla normale incidenza di crociera. 2. Per una qualche ragione, l'aereo ha assunto una incidenza elevata. Il vento apparente ora colpisce la faccia inferiore dello stabilizzatore, e spinge la coda in alto. L'aereo ritorna la valore di incidenza originario. 3. Per una qualche ragione, l'aereo ha ora assunto incidenza negativa. Il vento apparente colpisce ora la faccia superiore dello stabilizzatore e spinge la coda in basso. L'aereo torna all'incidenza originaria. Nota: nel semplice esempio illustrato, il ritorno al valore di incidenza originario significa anche ritorno all'assetto originario. Ma non è sempre necessariamente così. Se di colpo venisse ridotta la potenza, ad esempio, l'incidenza originaria potrebbe essere mantenuta soltanto con la discesa. Attenzione a non confondere mai incidenza e assetto!

disporsi in quella particolare posizione in funzione dell'angolo secondo il quale è montato il piano di coda stesso.

Supponiamo ora che il pilota, girando la manovella dello stabilizzatore o azionando l'aletta del trim, regoli il piano orizzontale di coda secondo una diversa inclinazione. Supponiamo che cambi la regolazione in modo che il bordo d'entrata sia un po' più basso e il bordo di uscita un po' più alto. Nella maggior parte degli aerei di vecchio tipo ciò è effettivamente ottenuto variando l'angolo con cui il piano orizzontale di coda è calettato rispetto alla parte terminale della fusoliera, per mezzo di una vite senza fine con cui l'angolo stesso può essere variato. In macchine più moderne, il piano orizzontale della coda di solito è assiemato in modo rigido e ad angolo fisso come parte della struttura fissa dell'aeroplano; in questo caso il trimmaggio viene effettuato operando sull'aletta del trim, che a sua volta regola l'equilibratore più alto o più basso. Per quanto concerne la nostra problematica, questi aspetti tec-

nici non fanno alcuna differenza: l'equilibratore e lo stabilizzatore si comportano come un piano di coda orizzontale. Cosa accade allora quando il pilota varia l'angolo di questa superficie?

La coda in questo caso impatta l'aria secondo un piccolo angolo di incidenza, e sviluppa una forza. Se è trimmato come abbiamo detto prima, l'angolo sarà negativo, e la forza diretta verso il basso. Ciò significa che la coda si abbassa, e continua ad abbassarsi finché questa forza si annulla. E questa forza si annulla solo quando, alla fine, tutto l'aereo viaggia ad una maggiore incidenza. E l'aereo viaggerà con questa maggiore incidenza finché la regolazione del piano orizzontale di coda non verrà nuovamente modificato.

Supponiamo ora che per una qualche ragione l'aereo venga all'improvviso forzato ad una incidenza molto maggiore. Per esempio, supponiamo che sia in una virata, e che la forza centrifuga (il fattore "g") lo prema verso il basso, premendolo, e determinando un'andatura cabrata, ("mushing", cioè ad elevata incidenza). Ciò significherebbe che il vento apparente soffierebbe contro le ali leggermente dal basso, e che non soffierebbe più contro il muso della fusoliera, ma piuttosto verso l'alto, contro la sua pancia. Ma ciò significherebbe anche che il vento apparente colpirebbe la faccia inferiore del piano di coda spostandolo verso l'alto; la coda si alzerebbe, il muso si abbasserebbe, e l'incidenza dell'aeroplano (l'angolo rispetto al vento apparente) tornerebbe al valore che aveva prima che avesse luogo l'intervento esterno; nello stesso tempo, l'assetto sarebbe più picchiato, e la traiettoria di volo più a scendere, quindi prenderebbe velocità. L'aereo quindi non è bilanciato alla maggiore incidenza. Esso è bilanciato solo all'incidenza che è determinata dal trimmaggio del piano di coda.

Consideriamo ancora un altro caso. L'aereo vola livellato a velocità ed incidenza date. Il vento relativo soffia dal davanti, e la coda è allineata nella posizione in cui i piani orizzontali di coda sono allineati col vento apparente, senza sviluppare alcuna forza, né in alto, né in basso. Ora supponiamo che il pilota tolga manetta: appena la velocità comincia a calare, anche la portanza cala, e l'aereo comincia a buttare giù in muso, ossia cade. Ma appena comincia a cadere il vento apparente non soffia più dal davanti, ora soffia leggermente dal basso, contro la pancia dell'aereo e contro la faccia inferiore delle ali. Ma se in vento apparente colpisce il ventre dell'aereo e la faccia inferiore delle ali, allora colpisce anche la faccia inferiore del piano orizzontale di coda. Questo spinge la coda in su, buttando giù il muso dell'aereo, finché questo non si presenta di nuovo al vento apparente secondo l'incidenza originaria. Nello stesso tempo, l'aereo comincia a prendere velocità, così alla fine rimarrà, scendendo più o meno rapidamente, alla stessa incidenza e alla stessa velocità che aveva prima in volo livellato con potenza inserita.

In breve, il piano orizzontale di coda si comporta esattamente come una banderuola, con la differenza che questo segnale non segnala se il vento viene da est o da ovest, ma se

soffia da sotto, livellato o dall'alto. In ogni caso, si allinea sempre col vento apparente, e punta quindi l'aereo in basso o in alto quanto basta per mantenere le ali sempre al medesimo angolo di incidenza.

Quanto detto lascia ora il lettore con due diversi concetti in testa a proposito del piano di coda orizzontale: il primo, secondo il quale c'è sempre una forza diretta in basso che agisce sulla coda; il secondo, che la coda cerca sempre di posizionarsi in modo da annullare qualsiasi forza su di essa. La verità è una combinazione dei due concetti. È vero che sulla maggior parte degli aeroplani, nella maggior parte delle condizioni di volo, i piani di coda esercitano un'azione verso il basso come abbiamo detto. Ma è anche vero che il mettersi a banderuola rispetto al vento, tipico della coda, fenomeno di cui abbiamo appena dato una spiegazione semplificata, agisce sempre. In realtà, le due azioni si sovrappongono l'una all'altra e agiscono contemporaneamente, ed entrambe contribuiscono a far volare l'aeroplano. Questa, in ultima analisi, è la funzione della stabilità longitudinale: un aereo non può volare senza velocità, senza che l'aria fluisca in ogni istante contro le sue ali. Ed è compito del piano di coda mantenere quel flusso d'aria vitale. Sempre.

COMPLICAZIONI, ECCEZIONI E PARZIALE RITRATTAZIONE

Quel che abbiamo detto fin qui a proposito della stabilità dell'aereo nel senso cabra - picchia, è stato un quadro ideale, non una fotografia oggettiva. Pochissimi aerei, ammesso che ce ne siano, si comportano in realtà così bene: molto pochi volano, abbandonando i comandi, in volo rettilineo e a velocità costante, indipendentemente dalla potenza. L'unico che si avvicina a questo ideale è l'Ercoupe di Fred E. Weick, che, anche per diversi altri aspetti, è un notevolissimo aereo. Può sembrare assurdo fissare un concetto ideale di stabilità che praticamente nessun aereo può raggiungere: a prima vista, può sembrare tanto poco realistico quanto inutile. Però la verità è che non esiste un altro concetto di riferimento per la stabilità. Se l'idea di stabilità (stabilità longitudinale) significa qualcosa, bene, allora è questa tendenza al mantenimento della velocità (incidenza). Non c'è nient'altro, se non velocità ed incidenza, riguardo a cui noi potremmo mai desiderare che il nostro aereo fosse stabile. Se praticamente nessun aereo si comporta come abbiamo descritto, ciò significa soltanto che non siamo ancora capaci di realizzare aerei completamente stabili. Comunque anche così, l'idea di stabilità che abbiamo presentato è utile per il pilota. Perché così quando sale su un aereo nuovo, questo concetto gli fornisce un riferimento per misurare le caratteristiche del nuovo velivolo: fino a quale limite esso è stabile, ed in quali caratteristiche va bene o va male? Se davvero siamo in grado di rispondere a queste domande, significa che conosciamo quell'aereo.

Sarà ora utile esaminare un po' più da vicino i punti deboli della stabilità di un aereo, soprattutto quelli che si ri-

scontrano in quasi tutti i tipi, e che sono la regola, piuttosto che l'eccezione.

SU E GIU'

In pratica la maggior parte degli aerei tende ad andare su e giù. Ciò significa che, lasciando i comandi, l'aereo non volerà a velocità costante, ma oscillerà in alto e in basso, ora abbassando il muso, e prendendo velocità, picchiano forse per 10, 20 o 30 secondi. Poi, appena la sua innata stabilità riesce a farsi valere, si riprende, alza il muso, cerca di liberarsi della velocità in eccesso e inizia a salire. Nel corso di questa salita, perde un po' troppa velocità, e il velivolo butta giù nuovamente il muso, e la storia si ripete. Se il pilota non tocca i comandi, la cosa diventa un continuo su e giù come le montagne russe, che è un estremamente complicata interazione di velocità che variano, traiettorie di volo, direzioni del vento apparente, incidenze, accoppiate a resistenze che variano, variazioni dell'efficienza dell'elica e dell'erogazione della potenza, variazioni della portanza, e piccoli carichi di inerzia, positivi e negativi rispettivamente quando l'aereo si rialza dalle picchiate e quando ricomincia a scendere dopo le salite.

In ogni momento, tuttavia, l'aereo sta davvero "cercando" di fare la cosa giusta. Sta cercando di ripristinare la propria velocità ed incidenza. Il suo problema è soltanto che esagera nelle manovre correttive, quindi non riesce a stabilizzarsi.

Dato che il nostro aereo cerca comunque di fare la cosa giusta, non possiamo chiamarlo instabile e basta. Se fosse instabile, andrebbe in picchiata e ci resterebbe, oppure comincerebbe a salire con una traiettoria sempre più ripida fino a stallare, quindi al limite rimarrebbe in stallo fino ad entrare nella conseguente vite e non uscirne più. Dal momento che cerca invece di fare la cosa giusta, un aereo del genere viene chiamato "staticamente stabile" - una definizione che confonde, mentre invece "primariamente stabile" sarebbe più utile per l'addestramento dei piloti.

Alcuni aerei non riescono più a stabilizzarsi. Le loro oscillazioni diventano sempre maggiori, e se lasciamo un tale aereo a fare su e giù abbastanza a lungo, finirà per picchiare a velocità eccessivamente pericolose, salire fino a stallare, quindi cadere ancora in un circolo vizioso.

Un aereo del genere, "staticamente" stabile, è anche chiamato "dinamicamente" instabile: un'altra dizione che non fa chiarezza, al posto della quale "secondariamente" sarebbe meglio. Molti aerei, tuttavia, sono "dinamicamente" stabili: le loro oscillazioni andranno diminuendo di intensità, e finalmente si stabilizzeranno, ammesso che l'aria sia calma e che non intervengano fattori esterni.

Tutto questo viene vagliato piuttosto a fondo nei corsi di Teoria del Volo. Non è tuttavia così importante per i piloti. Perché, come abbiamo evidenziato, la stabilità è importante per il pilota non perché questi vuole davvero volare senza mani; è importante per lui per il modo in cui questa influisce sul comportamento dell'aeroplano, anche quando il pilota è ai comandi.

E, finché il pilota è ai comandi, queste oscillazioni non avranno luogo. Questa è la ragione per cui tutta la problematica del "dinamico" e dello "statico" non vale il mal di testa che causa agli allievi.

GLI EFFETTI DEL MOTORE

Un altro punto debole della stabilità è della più grande importanza per il pilota; pure questo argomento a volte non è neppure trattato. Si tratta degli effetti della regolazione della potenza su velocità, incidenza, trimmaggio dell'aereo; in breve, della sua stabilità nel senso cabra - picchia.

È stato detto che in un aereo di stabilità ideale la potenza non ha effetto sulla velocità. Un tale aereo, una volta trimmato, diciamo, per 100 nodi, volerà a 100 nodi indipendentemente dalla regolazione della manetta. Senza intervenire sui comandi, con la manetta chiusa scenderà in una planata a 100 nodi. Con la manetta parzialmente aperta, volerà livellato a 100 nodi; a tutta manetta salirà ad una velocità indicata di 100 nodi. Sfortunatamente, gli aerei veri si comportano in modo diverso. Trimmato per 100 nodi a potenza di crociera, scenderà, senza potenza, a qualcosa come 130 nodi: una planata così ripida e veloce che si dovrebbe chiamare picchiata. A tutta manetta, lo stesso aereo salirebbe a qualcosa come 70 nodi.

Questo introduce una piccola particolare complicazione nell'arte del pilotaggio. Per dirla schietta: un aereo vuole accelerare se togliamo manetta, e vuole rallentare se diamo tutta manetta!

Le ragioni sono molteplici. Una di queste è il flusso dell'elica. Sfortunatamente i piani di coda sono posizionati, nella maggior parte degli aerei, in modo da essere colpiti dal flusso dell'elica. Per questa ragione, durante il volo a piena potenza, ricevono un vento extra, che determina sulla coda una extra spinta verso il basso. Senza potenza, quel vento e quella spinta in più scompaiono. La posizione della "linea di flusso dell'elica" influenza anche la risposta dell'aereo alla manetta, dove l'elica è installata in una posizione che la fa interagire con il resto dell'aeroplano, e soprattutto con le ali. Consideriamo un monoplano ad ala alta, con il motore montato in basso sul muso, in modo da assicurare una migliore visuale per il pilota: logicamente la trazione in avanti dell'elica, combinata con la resistenza all'indietro delle ali, introdurrà una tendenza a cabrare quando viene data potenza, che verrà a mancare quando la potenza viene tolta. In più c'è il fatto che i piani di coda si trovano nel flusso discendente che viene dalle ali. Con la potenza inserita, il flusso dell'elica colpisce determinate parti dell'ala. Queste quindi lavorano in un flusso di vento apparente extra, e spediscono indietro sulla coda un extra di flusso discendente, che produce una extra spinta in basso sulla coda. E ci sono altre ragioni ancora. L'insieme di tutti questi effetti sta ancora facendo impazzire gli ingegneri. Essi diventano via via più pronunciati man mano che l'aereo diventa più pesante e potente, fino a rendere qualcuno dei più grandi veramente instabile in certe condizioni di volo a piena

potenza! È questa una delle principali differenze fra gli addestratori e i piccoli aerei privati da un lato, e quelli grossi dall'altro. Forse il pilota non ha bisogno di capire questo effetto; però di certo deve sapere che esiste.

Questo effetto è importante per il pilota perché insegna che in certe condizioni un aereo può stallare spontaneamente! Supponiamo, per esempio, di avere un aereo che vola in crociera a 100 nodi, e che stalla a 45. Siamo in avvicinamento, e lo abbiamo trimmato per una discesa standard senza motore a 75 nodi, in modo da non avere praticamente bisogno di tirare indietro il volantino per mantenere la velocità costante. Improvvisamente ci accorgiamo di un altro aereo che rulla dove noi dobbiamo atterrare, oppure un fosso. Diamo tutta manetta per risalire in riattaccata. L'aereo (che a questo punto "dovrebbe" salire a 75 nodi di indicata) di fatto "vorrà" volare a 45 nodi, vuole cioè salire sconsideratamente fino ad uno stallo di potenza, e finché non avremo regolato nuovamente l'equilibratore o l'aletta del trim, solo una fortissima pressione in avanti sulla barra terrà giù il muso in un assetto che consenta una salita sicura e un'accelerazione sufficiente.

Lo stesso effetto, che però lavora in modo meno appariscente, quindi più pericoloso, ci può mettere nei guai durante un avvicinamento, specialmente in un aereo piuttosto pesante. In un aereo del genere preferiamo, durante la planata, regolare il trim in modo che non ci sia sforzo sulla barra, ossia che l'aereo tenga il corretto rateo di discesa solo con una lieve pressione all'indietro della mano. Attenzione però: se durante l'avvicinamento diamo un po' di potenza, perché abbiamo visto che eravamo un po' bassi, questa sposterà effettivamente in avanti il punto di contatto, ma nello stesso tempo ci rallenterà portandoci ad una incidenza pericolosamente elevata, prossimi allo stallo; o per lo meno sarà così, se manterremo lo stesso sforzo all'indietro sulla barra, che avevamo prima di dare potenza.

In conclusione: ogni aereo ha una insita tendenza a mantenere costante la propria incidenza, e quindi (a parte il volo curvo) a mantenere costante a propria velocità, indipendentemente dalle variazioni della potenza fornita dal motore. Questa tendenza è un dato di base, ed è una qualità essenziale di ogni aeroplano. Un pilota non capisce un aereo se non intende questa tendenza a mantenere la velocità. Nella maggior parte degli aerei, a questa tendenza fondamentale si sovrappongono varie tendenze di segno opposto, come l'andare su e giù, o l'effetto della potenza che è stato descritto negli ultimi paragrafi. Queste tendenze non sono essenziali, sono involontarie e del tutto casuali. È vero che la maggior parte degli aerei non può volare in modo sicuro se il pilota non è consapevole di queste opposte tendenze, ma questo non deve offuscare, nella mente dell'allievo pilota, il fatto fondamentale che l'aeroplano vuole mantenere costante la sua velocità.

ALI LIVELLATE?

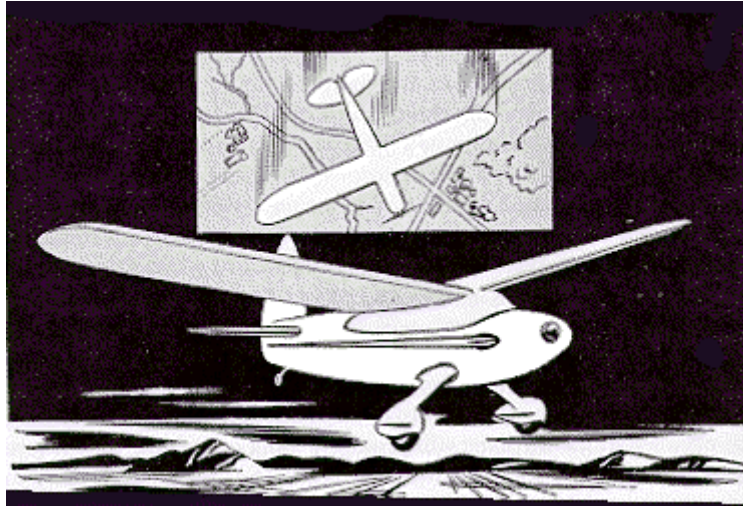
La stabilità laterale, cioè rispetto all'angolo di bank, è, delle varie tendenze dell'aereo a volare da solo, la più semplice da capire. Qui, di nuovo, ci si deve tenere a mente che all'aeroplano non interessa il proprio assetto rispetto al suolo. L'aereo è interessato solo al modo in cui taglia l'aria. Non è vero, come pensano alcuni allievi, che l'aereo stabile vuole tenere le ali livellate: spesso la stabilità laterale lo farà inclinare di lato, e in certe condizioni un aeroplano perfettamente stabile si andrà a prendere un angolo di bank verticale o più che verticale! Ciò che l'aereo vuole fare è arrestare imbardate e scivolatae inclinandosi nella direzione opposta: l'aereo stabile vuole mantenere le ali in un assetto tale da non scivolare nell'aria di fianco.

Finché il volo è rettilineo, ciò significa che l'aereo manterrà le ali livellate e, in seguito a un intervento esterno, le ripristinerà livellate; poiché continuasse a viaggiare con un'ala bassa, inizierebbe a scivolare d'ala da quella parte. Nel volo curvo, ciò significa che l'aeroplano vuole inclinarsi di lato "quanto basta" - ossia in modo da non imbardare né di scivolare. Se per qualche ragione si sviluppa un'imbardata o una scivolata, significa che l'aereo inclinerà o livellerà del necessario per arrestare l'imbardata o la scivolata. Per esempio, se il pilota dà piede destro, l'aereo girerà il muso sulla destra, però continuerà a volare nella stessa direzione, offrendo all'aria prima il fianco sinistro, ma la sua stabilità laterale lo farà allora inclinare a destra. Oppure, supponiamo che una raffica faccia abbassare l'ala destra e alzare la sinistra: il risultato di questo assetto con un'ala bassa sarà che l'aereo scivola d'ala sulla destra. Ma appena questo accade, la stabilità laterale entra in azione e fa ciò che è necessario per arrestare la scivolata: rialza l'ala destra.

COME FUNZIONA IL DIEDRO

Questa tendenza dell'aereo a rifiutare la scivolata è dovuta principalmente al "diedro": l'inclinazione a forma di "V" che hanno le ali viste dal davanti. Come lavora il diedro nell'arrestare una scivolata può essere più chiaramente mostrato con una figura che spiegato a parole.

Consideriamo la figura di questa pagina: se l'aereo illustrato si dirigesse non dove punta, ma esattamente verso l'osservatore, allora starebbe scivolando d'ala, e, per arrestare questa scivolata, dovrebbe inclinarsi ed assumere un angolo di bank che lo allontana dall'osservatore.



Il *diedro* è l'inclinazione a forma di "V" delle ali che si vede in figura. Esso tende a inclinare o a livellare l'aeroplano di quando basta per evitargli di andare avanti di traverso per l'aria. La *vignetta* mostra questo movimento laterale: il diedro lo arresta alzando l'ala destra dell'aereo. La *figura principale* mostra come funziona il diedro. Se l'aereo viene verso il nostro occhio (invece di andare dove è diretto), allora il vento apparente soffia dalla posizione in cui si trova il nostro occhio (invece di soffiare dal davanti dell'aereo). Osserviamo come l'ala destra si presenti al nostro occhio ad alta incidenza (si può vedere la faccia inferiore) mentre l'ala sinistra si presenta ad incidenza negativa (è visibile la sua faccia superiore). Le ali si presentano al vento apparente esattamente nello stesso modo. L'ala destra quindi sviluppa più portanza di quella sinistra: l'aereo si allontana da noi, e ciò arresta il movimento trasversale verso di noi.

E questo è esattamente ciò che il diedro gli farà fare. Possiamo vedere come: la traiettoria di volo è verso l'osservatore; il vento apparente quindi soffia verso l'aereo dalla posizione dell'osservatore. La sagoma che l'aereo presenta all'occhio dell'osservatore è la stessa che presenta al vento apparente. Possiamo vedere come un'ala si presenti ad incidenza molto maggiore dell'altra: essa svilupperà pertanto maggiore portanza, quindi l'aereo si inclinerà per allontanarsi dall'osservatore, e la scivolata si arresterà.

LA TENDENZA A "METTERSI AL VENTO"

L'aereo vuole fare le cose giuste, piuttosto che quelle sbagliate, anche sotto un altro aspetto. Orienterà il muso a destra o a sinistra di quanto basta, al fine di mantenere un volo sicuro. Questa specifica tendenza a volare da solo si chiama *stabilità direzionale*. È un po' più difficile da capire, ma solo perché è chiamata col nome completamente sbagliato. Presa alla lettera, l'espressione "stabilità direzionale" può significare una cosa soltanto: che un aeroplano, una volta diretto a ovest, continuerà a volare verso ovest per conto suo, e, se qualche intervento dall'esterno lo devia in un'altra direzione, esso sarà in grado di ripristinare il volo verso ovest. Ma nessun aereo farà mai una cosa del genere, a meno che non sia equipaggiato con un dispositivo giroscopico che gli consente di mantenere la rotta, come si trova in un pilota automatico. Se interpretiamo l'espressione "stabilità direzionale" un po' più elasticamente, potremmo pensare che un aereo, una volta diretto a ovest, continuerà per conto suo a volare

verso ovest, e se un intervento esterno lo dirige, per esempio, a sud, che torni a volare diritto non appena l'intervento cessa, e da quel momento voli verso sud. Sfortunatamente però è ben difficile che qualche aereo faccia qualcosa del genere - anche se qualcuno lo proclama per i suoi aerei. L'aereo vero e proprio, lasciato a sé stesso, non volerà diritto, ma comincerà a virare e, una volta in virata, non recupererà più un'andatura rettilinea, ma comincerà a volare in tondo e probabilmente finirà in un'affondata a spirale, come avremo modo di vedere.

Quel che veramente fa questa cosiddetta "stabilità direzionale" si può esprimere meglio come *mettersi al vento*. Essa è la tendenza dell'aeroplano a volare sempre direttamente verso il vento apparente: di imbardare lateralmente quel tanto che serve per *puntare* nella direzione dalla quale il vento di fatto *proviene*. Un altro modo per esprimere lo stesso concetto potrebbe essere che l'aereo segue e si allinea docile al vento, oppure che l'aereo vuole allinearsi rispetto al proprio movimento nell'aria. Con le parole del pilota: non vuole imbardare o scivolare, cioè mettersi di traverso rispetto all'aria; e se una tale imbardata o scivolata dovesse verificarsi, esso l'arresta imbardando nella direzione opposta. La migliore analogia in questo caso è la normale sbandata di un'automobile, quando, come a volte capita, il retrotreno si gira e va a finire di fianco o addirittura davanti all'avantreno: la stabilità direzionale dell'aereo impedisce che si verifichi proprio questo. Tiene la coda dell'aereo sempre dietro il muso.

PERCHE' LE BOMBE VANNO GIU' DIRITTE

Potrà sembrare che tutto questo non sia gran ché da parte dell'aeroplano. E tuttavia corrisponde a verità che un corpo sagomato (come la fusoliera di un aereo) deve venire deliberatamente stabilizzato da questo punto di vista. Questa stabilizzazione è ottenuta in gran parte per mezzo del piano di deriva verticale della coda, e in generale dalla fiancata della fusoliera che sta dietro il centro di gravità dell'aereo. Se l'aereo non avesse questo piano di coda verticale, tenderebbe attivamente a mettersi di traverso rispetto al vento apparente, ossia di traverso rispetto al proprio moto. Questa è la ragione per cui le bombe hanno alette stabilizzatrici sulla coda: se non le avessero, tenderebbero a cadere di fianco. È per la stessa ragione che anche i dirigibili e i palloni frenati hanno delle alette. Ed è la per la stessa ragione che alle pallottole viene impressa una rapida rotazione dalla canna del fucile. Se questa, con il suo effetto giroscopico stabilizzatore, non esistesse, le pallottole si metterebbero di traverso rispetto alla loro traiettoria, e procederebbero a ruzzolando o girando su loro stesse. Questa tendenza a mettersi al vento quindi non è assolutamente una caratteristica di secondaria importanza, non si potrebbe volare con l'aeroplano senza di essa. Però tutto quello che fa è impedire all'aereo di fare testa - coda e di mettersi di traverso rispetto alla linea di volo. Non impedisce invece all'aereo di curvare. Anzi, al contrario, esercita la

sua azione correttiva imbarcando l'aeroplano e quindi, per certi aspetti, facilità sua la tendenza a curvare.

LA STABILITA' RISPETTO ALLA SPIRALE

Tutto quanto abbiamo detto ci consegna un aeroplano che "vuole" volare ad incidenza costante e si rifiuta di scivolare e di mettersi di traverso rispetto all'aria. Però non abbiamo risposto alla domanda: "Cosa "vuole fare" l'aeroplano a riguardo della *direzione* del suo volo? Vuole o no volare dritto?

Occupiamoci prima dei dati di fatto, ed esaminiamo più tardi le loro cause. Pare che ci siano alcuni aeroplani (molti stranieri) che hanno una positiva tendenza a volare dritti e che, se un intervento esterno li fa virare, escono dalla virata e ripristinano più o meno il volo rettilineo, almeno finché un nuovo intervento non li fa virare di nuovo. Certamente ci sono modelli di aerei che si comportano in questo modo, ma la maggior parte degli aerei costruiti secondo le specifiche americane, non possiede questo tipo di stabilità. Non continueranno a volare dritti ma, senza intervento sui comandi, andranno di sicuro in virata. Manterranno quindi la virata, e di norma accenteranno ed aumenteranno il rateo di questa virata, butteranno giù il muso in un'affondata a spirale.

Molti piloti lo sanno, ma non si fidano dello loro propria esperienza, perché questa non concorda con i manuali di volo scritti in fretta, che sostengono che l'aereo tende a volare dritto - con lo scopo di impressionare il lettore circa la sicurezza intrinseca del volo. Quando abbandona i comandi e l'aereo comincia a virare, il pilota tende ad incolpare la "torsione". Ma una prova con un aliante dimostrerebbe che non è vero.

Un aliante, naturalmente, non ha torsione alcuna. Eppure la maggior parte degli alianti non tende a volare dritto, ma a entrare in virata. Oppure il pilota incolpa la "pesantezza di un'ala" della tendenza a virare. Ma la sperimentazione pratica dimostra che anche un aereo perfettamente bilanciato andrà in virata, e che questa potrà essere ora a destra ora a sinistra, in forma del tutto casuale. Il pilota potrà dare la colpa anche alla rigidità dei comandi. In molti aerei c'è un tale attrito nel sistema di trasmissione dei comandi che questi, quando lasciati dal pilota, non si neutralizzeranno allineandosi, ma rimarranno coma bloccati leggermente fuori centro, in modo che rimane piede o alettone da una parte o dall'altra. Ma i controlli possono essere regolati al centro per mezzo di una chiavetta sulla barra o sui pedali: ma l'aereo continuerà nella sua tendenza ad entrare in virata.

Naturalmente si può supporre che un aereo perfettamente manutenzionato, perfettamente bilanciato e che vola in aria calma, possa continuare a volare dritto indefinitamente, solo perché non ci sarebbe nessun fattore di disturbo, non si verificherebbe mai quella prima leggerissima deviazione dal volo rettilineo, che innesca la spirale. Ma si potrebbe anche pensare che una matita, posta in equilibrio sulla punta, possa essere così accuratamente bilanciata e così perfettamente isolata

dai fattori esterni di disturbo, da rimanere sulla punta indefinitamente. Tutte due le cose sono possibili in linea teorica, entrambe però sono così improbabili, da risultare praticamente impossibili. E in ogni caso, la stabilità di un oggetto, esattamente come quella di una persona, non consiste nel suo essere protetto dagli elementi di disturbo in modo da poter conservare un precario equilibrio, ma nella capacità di recuperare in seguito all'azione dei fattori di disturbo che inevitabilmente si verifica, e di ripristinare l'equilibrio perduto.

Il pilota dovrebbe ricordarsi di questo, quando è tentato di incolpare della tendenza a virare di un aereo la pesantezza d'ala o la torsione, piuttosto che la sua intrinseca instabilità per la spirale. Se l'aeroplano fosse stabile per ciò che riguarda il volo rettilineo, se veramente volesse volare dritto, volerebbe dritto, o quasi, anche a dispetto di forze di disturbo marginali, come la torsione, la pesantezza d'ala, o i controlli fuori centro. Ricordiamoci ancora una volta, per esempio, come l'aereo si comporta riguardo a velocità e/o incidenza, qualcosa per cui è davvero stabile. Se un passeggero lascia uno dei sedili posteriori e si sposta in avanti, abbiamo con questo un caso del tutto analogo alla pesantezza d'ala per ciò che concerne il volo rettilineo: il centro di gravità si è spostato, e il velivolo è sbilanciato. Questo disturbo causa la picchiata dell'aeroplano? No, la sua tendenza al mantenimento della velocità corregge l'azione di disturbo: l'unico risultato del movimento in avanti del passeggero sarà un leggero abbassamento del muso e un piccolo aumento della velocità, e a questa velocità leggermente superiore l'aereo riacquisterà un nuovo equilibrio. Non continua a buttare il muso sempre più giù, non continua a prendere velocità. Analogamente, se l'aereo volesse davvero volare dritto, resisterebbe a piccole perturbazioni come la pesantezza d'ala e la torsione. Magari virerebbe un poco, ma la piccola azione di disturbo non riuscirebbe mai ad accentuare la virata sempre più trasformandola in una caduta a spirale. La verità è allora che la maggior parte degli aeroplani non vuole volare dritta, ma vuole invece virare.

È vero che non tutti gli aeroplani accentueranno progressivamente la virata fino ad una caduta a spirale. Alcuni raggiungeranno molto presto un angolo di bank, una velocità indicata, un rateo di virata e di discesa ai quali viene ritrovato un equilibrio stabile. Se un aereo del genere inizia in volo livellato a 100 nodi, l'equilibrio in virata potrà essere stabilito, per esempio, con 20 gradi di bank, 120 nodi di indicata, con conseguente rateo di discesa di qualcosa come 300 piedi al minuto. Il tal caso la traiettoria di volo sarà ciò che nel linguaggio degli aeroporti si chiama *spirale*, ma che dovrebbe più propriamente chiamarsi *elica*: l'aereo volerà stabilmente in cerchi discendenti. Con una nuova regolazione del trim, o fornendo nuova potenza, la perdita di quota potrà essere arrestata, quindi l'aereo può essere messo a volare in tondo, senza che nessuno intervenga sui comandi, finché finisce il carburante.

La maggior parte degli aerei, tuttavia, incomincerà aumentando l'angolo di bank, il rateo di virata, la velocità e il

rateo di discesa. Il risultato sarà una vera e propria spirale, cioè una curva sempre più stretta, combinata con una discesa sempre più ripida. Se abbandonato a sé stesso abbastanza a lungo, questo aereo alla fine andrà giù come un cavaturaccioli a velocità impressionante, e talmente inclinato che un osservatore a terra lo direbbe leggermente rovesciato. A causa dell'elevata velocità e della strettissima virata, il carico di gravità diventa così terribile che l'aereo in una tale discesa andrebbe in pezzi. Il tipo di moto potrebbe ricordare una vite, ma differisce dalla vite perché non vi è stallo alcuno, e che i controlli funzionerebbero in modo normale non appena il pilota decidesse di usarli.

CHE COSA CAUSA LA DISCESA A SPIRALE?

Cerchiamo ora di delineare le cause del comportamento a spirale dell'aeroplano. Queste sono interamente comprese solo da una dozzina di persone al mondo, escludendo purtroppo da queste l'autore. Persino la maggior parte dei progettisti di aeroplani si confronta con il problema della stabilità in spirale per lo più a spanne, con prove e riprove, o realizzando i nuovi velivoli simili ad alcuni esistenti di cui si conosce il buon comportamento sotto questo aspetto. Per questo io parlo qui, abbastanza riluttante, di qualcosa che non capisco del tutto, quindi l'abbozzo che faremo sarà abbozzato davvero.

Il punto chiave è questo: se il volo di un aeroplano viene disturbato in senso laterale (destra - sinistra) - e non fa nessuna differenza quale sia il tipo di azione esterna, che sia una raffica che interessa un'ala, o che la "torsione" devii il muso da una parte, o che il peso di un'ala la forzi in basso, o che una raffica laterale faccia ruotare la coda - dunque se c'è una qualche azione di disturbo nel senso destra - sinistra, la stabilità dell'aereo risponderà sempre al disturbo in due modi, e in due modi contemporaneamente. La sua tendenza a mettersi al vento, dovuta al piano di deriva della coda, lo farà imbardare in modo da farlo puntare nella direzione in cui si sta effettivamente dirigendo. E *nello stesso tempo*, la sua tendenza a rifiutare le scivolata d'ala, dovuta al diedro delle ali, gli farà alzare un'ala ed abbassare l'altra, in modo da ripristinare l'equilibrio laterale. Ciascuna di queste due reazioni è già stata esaminata in dettaglio. Quello che interessa qui è che ogni azione di disturbo nel senso destra - sinistra sul volo dell'aeroplano chiamerà in causa *entrambe* le reazioni. Perché ogni disturbo del genere fa sì che il vento apparente soffi leggermente di traverso rispetto all'aereo - e questa è la ragione per cui si tratta di un disturbo; e questo flusso laterale dell'aria agisce sia sul piano di deriva che sul diedro delle ali. Per esempio, se una raffica ha buttato giù l'ala destra innescando una pur lieve scivolata sulla destra, l'aereo risponde allineandosi al vento da destra. Ma nello stesso tempo risponde alzando nuovamente l'ala destra, quindi piegandosi sulla sinistra.

Che l'effetto dell'azione di disturbo finisca per essere una variazione della direzione del volo dipende, quindi, dal

fatto che sia più rapida e determinante l'azione del mettersi al vento o quella di tirare su l'ala. Per esempio, immaginiamo un aereo con un diedro molto pronunciato, e una pinna di deriva eccezionalmente piccola. Molti modelli d'aereo sono fatti in questo modo. Se una raffica devia un velivolo del genere in una leggera scivolata sulla destra, l'ala destra si rialzerà prima che la deriva abbia il tempo di imbarcare l'aereo sulla destra. Terminato il disturbo esterno, il velivolo volerà in sostanza nella stessa direzione di prima. Al contrario, immaginiamo un velivolo del tutto senza diedro, e con una deriva eccezionalmente grande. Un tale aereo risponderà allo stesso disturbo praticamente solo imbarcando, e se si ristabilizza completamente (cosa che in realtà non fa, per ragioni che vedremo più tardi) si ristabilizzerà su una prua completamente diversa. È interessante notare chi è il responsabile del pasticcio: la deriva verticale, il cui scopo, secondo molti allievi, è quello di fare volare l'aereo dritto, è quella che in realtà lo fa deviare!

QUESTIONE DI TEMPI

Quale delle due reazioni predomina in ogni tipo di aereo, dipende non solo dalle reazioni correttive che vengono sviluppate, ma anche dalla prontezza con cui queste entrano in azione; dipende, quindi, non soltanto e semplicemente dai gradi di diedro e dall'area del piano di deriva, ma anche da fattori come la lunghezza della coda e l'apertura alare: parlando in linea generale, una deriva compatta installata su una coda piuttosto corta entra in azione più velocemente, non ostante il minore braccio di leva, di una deriva posta alla fine di una coda lunga. Il concetto di "smorzamento" qui diventa importante - in parole povere, il fatto che le ali non rollino e che la coda non si metta di traverso con eccessiva rapidità, per il fatto che la densità dell'aria non lo consente, un po' come la densità dell'acqua non ci lascia muovere una mano immersa velocemente come nell'aria. Ma a questo punto, la nostra disamina diventa troppo astratta per continuare. Il problema alla fine è che l'aereo non se ne sta fermo mentre noi stiamo a pensarci su; le forze che agiscono su di esso sono piuttosto difficili da capire; la sequenza temporale con cui entrano in azione, cioè i ritmi del comportamento dell'aeroplano, sono anche più duri da digerire, e sembrano essere la parte essenziale del problema. Insomma, l'intero processo diventa impossibile a descrivere senza fare ricorso alla matematica.

Questi però sono i tormenti del progettista, piuttosto che quelli del pilota. Dato lo scopo di questo libro, sarà meglio tornare alle cose che riguardano il pilota più da vicino.

Perché, potrebbe domandare un pilota, tutti gli aerei non sono progettati per essere stabili rispetto alla spirale? Se è possibile realizzare modelli di aerei che tendono a volare dritti, perché non farlo anche con gli aerei veri? A questa domanda i progettisti rispondono in due modi. Il primo luogo, affermano che la stabilità rispetto al volo in spirale non è così conveniente. Non è che noi vogliamo andare a dormire sui nostri

aeroplani. Il concetto di stabilità non significa che l'aereo debba veramente controllarsi da solo, ma che tutte le cose che vuole fare, e quelle che non vuole fare, siano d'aiuto al pilota nel controllo dell'aeroplano. E finché un aereo possiede quelle tre stabilità fondamentali - mantenimento della velocità, tendenza a puntare al vento e tendenza a raddrizzarsi dopo una scivolata - esso dà al pilota tutto l'aiuto che gli serve. In più, ci dicono i progettisti, un aereo stabile rispetto alla spirale non sarebbe piacevole da pilotare in aria turbolenta. Sarebbe ballerino e instabile e ci stancherebbe.

Sarà così. Una domanda che interessa i piloti più da vicino è questa: Come mai un aereo, una volta iniziata una virata, si inclina sempre più fino ad entrare in un volo a spirale? Il motivo per cui questo interessa al pilota è che ogni tendenza che si riscontra con i comandi lasciati a sé stessi, si farà naturalmente sentire anche quando il pilota conduce la virata con i comandi.

COSA C'È DIETRO LA VIRATA

Concentrato al massimo, ecco cosa capita. Nel corso di un volo rettilineo e livellato, l'ala destra si abbassa leggermente. Di conseguenza l'aereo comincia a scivolare leggermente a destra. Il diedro reagisce al flusso trasversale dell'aria cercando di tirar su di nuovo l'ala destra. Ma la deriva reagisce imbardando leggermente l'aereo a destra, e se l'aereo è instabile rispetto alla spirale, la coda devia il velivolo prima che il diedro possa risollevarlo l'ala.

Ora questa deviazione ("virata") per quanto leggera, introduce una tendenza ad accentuare l'angolo di *bank*: mentre il velivolo imbarda, la sua ala sinistra è temporaneamente sospinta in avanti, e si sposta nell'aria un po' più velocemente, e sviluppa di conseguenza maggiore portanza, mentre l'ala destra rallenta, sviluppando quindi minore portanza. Il risultato è che l'ala sinistra tende ad alzarsi leggermente mentre la destra cade: Questa tendenza ad aumentare l'angolo di *bank* vanifica lo sforzo del diedro di raddrizzare l'aereo. Così l'ala destra rimane bassa, o si abbassa ulteriormente, e la leggera scivolata sulla destra, che aveva innescato tutto il processo, continua. A questa continua scivolata sulla destra in diedro *continua* a reagire tentando di rialzare l'ala destra dell'aereo così da arrestare la scivolata. Ma di nuovo la deriva risponde alla medesima scivolata tentando di imbardare l'aereo sulla destra, e ancora l'azione imbardante è più rapida e predominante sull'azione di raddrizzamento dell'ala destra. Questa nuova imbardata si risolve in un rafforzamento della tendenza ad aumentare l'angolo di *bank*, quindi in una nuova scivolata a destra, e il processo continua ad alimentarsi.

Lasciamolo continuare abbastanza a lungo, e otterremo un inclinazione sempre più accentuata e una virata sempre più stretta. Aumentando il *bank* e stringendosi la virata, il carico dovuto alla forza centrifuga aumenta, e quando il velivolo "sente" questo carico aggiuntivo, risponde abbassando il muso e

accelerando. Per ch  - come abbiamo dimostrato nell'analisi della stabilit  longitudinale - un aeroplano presenta una intrinseca tendenza a mantenersi ad incidenza costante, e quando   caricato con del peso aggiuntivo (anche se questo peso   solo apparente in quanto generato dalla forza centrifuga) riesce a mantenere l'incidenza solo prendendo ulteriore velocit . Cos  la discesa si combina con la spirale per costituire una discesa a spirale.

Non appena il valore dell'angolo di bank ha assunto un valore notevole, c'  anche un altro effetto che forza il muso in basso: con il velivolo cos  inclinato, il terreno si trova sul lato destro, mentre il cielo sul lato sinistro. Cos , quando la deriva lo imbarca lateralmente "a destra", in realt  lo dirige verso il terreno: l'effetto   il medesimo di quello che si ha dando piede fino in fondo durante una virata stretta.

Questo, quindi,   quello che "vuol fare" l'aereo quando si trova a virare: vuole aumentare l'angolo di bank, vuole scivolare all'interno, verso l'ala che si trova in basso, e vuole abbassare il muso. Naturalmente vuole fare queste cose anche quando il pilota   ai comandi. E il movimento dei comandi durante la virata, con le pressioni che il pilota esercita sulla barra e sui pedali non sono che la reazione per contenere le maligne ed "instabili" reazioni dell'aeroplano - alettone dalla parte alta per contrastare la tendenza ad aumentare l'angolo di bank, ed evitare che questo diventi eccessivo sviluppando la scivolata; barra indietro, per forzare l'aereo a volare ad elevata incidenza, evitandogli quindi di accelerare appena sente il carico addizionale della forza centrifuga, e, almeno come principio di base, nessuna pressione sul pedale perch  la deriva   sufficiente, o anche troppo attiva, per far girare l'aereo.

Ma la conduzione della virata sar  esaminata in un capitolo successivo. Ora sar  meglio chiarire un'altra cosa.

UN AVVISO IMPORTANTE

Che la maggior parte degli aeroplani veramente voglia cadere in spirale   la causa di un fattore che   costato pi  di una vita, e che dovrebbe venire inteso pi  chiaramente da parecchie persone, soprattutto da coloro che sono "ai margini" del mondo dell'aviazione - allievi, insegnanti di aeronautica alle scuole superiori, portavoce di cose dell'aviazione a titoli diversi. L'esatta catena delle cause   troppo complessa per essere esaminata in questa sede, ma l'effetto   il seguente: Se una *persona non adeguatamente assistita* cerca di volare su un aereo ed usa i comandi nel modo che gli pare pi  naturale, reagendo con energia e prontezza ai fattori di disturbo esterni che "per natura" lo colpiscono maggiormente, *il volo quasi certamente si concluder  con una caduta a spirale e uno schianto.*

Questo   vero in primo luogo per i piloti che provano a volare basandosi "sugli strumenti" senza adeguata preparazione: in questo caso la caduta in spirale arriva dopo pochissimi minuti.   vero, poi, per ogni tentativo di volare su un aereo convenzionale senza adeguata istruzione - e non fa nessuna dif-

ferenza quanto testa calda piuttosto che persona intelligente l'aspirante volatore possa essere. È vero, a maggior ragione, per quei ragazzi che vogliono "prendersi" l'aeroplano e volare senza una preventiva preparazione. In questo caso le probabilità per loro sono un po' meno sfavorevoli che per un pilota "a vista" che prova a volare strumentale, tuttavia rimangono disastrosamente sfavorevoli. Per questa ragione dovrebbe essere portato a conoscenza di tutti che ogni tentativo di volare senza adeguata assistenza finirà in una caduta a spirale, come il primo tentativo di sciare finirà con un bel capitombolo.

E questo avviso vale soprattutto per quegli entusiasti che ancora invocano un avviamento al volo per tutti, magari anche i ragazzi delle medie, su alianti da addestramento. In questi aerei, l'aspirante pilota si trova da solo a partire dai primi passi. Quel che è peggio, inizia a volare proprio raso terra, quando la risposta dell'aeroplano ai comandi e le sue tendenze intrinseche sono falsate da questa vicinanza col terreno: quando il povero allievo finalmente si troverà per aria, non saprà proprio niente sulle vere tendenze del suo aereo e sul reale effetto dei comandi. L'esperienza mostra che di fatto il tipico incidente degli alianti non è lo stallo o la vite, ma la caduta a spirale. A parte i piloti di aliante addestrati durante la guerra, e a parte alcuni piloti veramente abili, si potrebbe quasi dire che pochi alianti volano per più di un paio d'ore in tutto prima che la carriera del pilota e dell'aereo vengano interrotte, per dirlo così, da una caduta a spirale. Questo non capita perché gli alianti debbano necessariamente essere più instabili degli aerei a motore, ma perché in passato molti piloti di aliante erano autodidatti con il metodo salta-erimbalza in voletti brevissimi, e venivano quindi portati senza speranza verso la caduta a spirale, non appena che la combinazione delle varie circostanze del volo era favorevole a questo tipo di caduta.

Delle tante cose stupide che si dicono sui moderni aeroplani, la più stupida è quella chiamata torsione, quella continua tendenza dell'aereo a girare a sinistra, che obbliga il pilota a dare piede destro in parecchie manovre, solo per tenere diritto l'aereo! L'effetto è chiaramente dovuto al motore, per il fatto che esso si sente di più a tutta potenza, mentre è assente durante le planate senza motore. Essa ha qualcosa a che vedere non solo con il regime a cui sta girando il motore, ma anche con quanto sta "tirando". Per ogni data regolazione della potenza, essa è più forte quanto più lento sta volando l'aeroplano; ad esempio, decolli, salite e virate strette richiedono la pressione del pedale destro; mentre le discese (l'estremo opposto) a volte richiedono il piede sinistro solo per riuscire ad andare dritti.

È già un guaio il fatto stesso che l'aereo abbia un timone, dato che "l'unico scopo del timone è quello di coprire le magagne del progettista", ma è anche peggio che questo spiacevole effetto, la torsione, impedisca di usare il timone in modo coerente, semplice e logico: a causa della torsione, andiamo dritti con il timone a destra, scendiamo dritti con il timone a sinistra e a volte facciamo virate a sinistra dando piede destro! E benché sappiamo che uno dei maggiori peccati del pilota sia di dare piede durante una virata, noi diamo piede destro durante una virata a destra - a causa della torsione. La torsione porta confusione in tutto il modo di maneggiare i comandi e dà fastidio soprattutto agli allievi che iniziano; perché un corretto lavoro di piedi sulla pedaliera è in assoluto la parte più difficile dell'addestramento per il volo basico; la torsione rende l'imparare a volare il doppio più difficile.

Per aumentare la confusione, questa tendenza ad andare a sinistra ha il nome sbagliato. Non è dovuta all'effetto cui la maggior parte dei piloti attribuisce la responsabilità: la "torsione" non è torsione affatto.

Vediamo.

Nell'ambiente dei piloti tre teorie hanno credito riguardo a questa tendenza a girare a sinistra. Tutte tre hanno i loro punti di forza e maritano di essere capite; ma non sono importanti nella stessa misura. Solo una colpisce giusto nel segno. Sarà meglio fare chiarezza prima su quelle meno importanti.

IL GIROSCOPIO

Alcuni piloti anziani potranno dirvi che ciò che fa girare l'aereo a sinistra è un effetto "giroscopico". La cosa - a volte - è vera. Motore ed elica di un aereo sono, in ultima analisi, un giroscopio, sono cioè un corpo di massa considerevole in rapida rotazione. Se questa massa in rotazione viene deviata in modo tale da variare il proprio asse di rotazione (in questo caso in modo da deviare il muso dell'aereo in alto o in basso o lateralmente), la massa in rotazione non reagisce alla varia-

zione come reagirebbe una massa non rotante, cioè semplicemente cedendo a quella forza. Al contrario, precessiona lateralmente, cioè si oppone alla forza con una reazione che si sviluppa ad angolo retto rispetto alla forza stessa. Nel caso di un normale aeroplano con l'elica che gira in senso orario, l'alzare il muso in alto produce un effetto giroscopico che devia il muso stesso a destra. Dare piede destro produce un effetto giroscopico che fa abbassare il muso. Buttare la barra in avanti fa girare il muso a sinistra. Dare piede sinistro fa alzare il muso.

I vecchi lo sapevano! Molti aerei da caccia durante la prima guerra mondiale erano equipaggiati con motori rotativi, in cui l'albero era fisso, e i cilindri con il carter ruotavano attorno ad esso, insieme all'elica. Ciò rendeva più elevata la massa rotante, e nello stesso tempo i velivoli erano leggeri, ballerini e con tendenza a sobbalzare. Perciò l'effetto giroscopico era marcato, e si sovrapponeva a tutti le altre usuali reazioni del velivolo: il modo in cui il pilota manovrava la barra e i pedali in un aereo del genere avrebbe confuso un osservatore ignaro di questi effetti della precessione. Questi effetti erano così marcati che i nemici contavano su di essi in combattimento: un caccia con motore rotante, attaccato da sinistra, e sollecitato a sinistra per rispondere all'attacco, doveva salire e perfino stallare. Se attaccato dalla destra, quindi obbligato ad una virata stretta sulla destra, era involontariamente forzato a scendere, perdendo quota.

Sugli aerei moderni, con motori normali e migliori caratteristiche di stabilità, l'effetto di precessione è appena avvertibile nelle manovre normali. Esso tuttavia spiega alcune peculiarità di comportamento che sarebbero altrimenti dei misteri. Perché, ad esempio, molti aerei eseguono il tonneau a destra più facilmente che a sinistra? Quando all'inizio della manovra il pilota tira indietro la barra e il muso viene su di colpo, l'energia giroscopica devia il muso a destra, aggiungendo il suo effetto al piede destro del pilota e favorendo quindi lo svolgersi del tonneau. In un tonneau a sinistra, la forza giroscopica è evidentemente la stessa, perché è dovuta all'innalzarsi del muso; ma ora, nel tonneau a sinistra, la sua energia è contraria a quella del pedale azionato dal pilota, e questo determina un tonneau più lento.

Oppure un pilota può notare che, descrivendo degli "otto" attorno a due piloni, una manovra che richiede un'entrata istantanea in una virata stretta, perde quota nelle virate a destra, benché non noti alcun errore nel pilotaggio. Il problema è generato con tutta probabilità dalla precessione giroscopica, che forza il muso in basso a destra, e che deve essere contrastata con barra e pedali.

I PROBLEMI DELLA CORSA DI DECOLLO

Il decollo è un altro caso in cui la precessione giroscopica diventa apprezzabile, o addirittura pericolosa. Esiste in ogni caso una tendenza a girare a sinistra durante la corsa di decollo, per ragioni diverse. Ma, appena il pilota solleva la

coda¹, il muso è portato a girare a sinistra con una nuova e maggior forza! Se il pilota solleva la coda di scatto, questa improvvisa deviazione a sinistra può essere piuttosto pronunciata. Può essere d'aiuto ad un allievo capire questo effetto, e come esso effettivamente sia il risultato dell'atto di alzare la coda. Lo aiuterà ad anticipare l'azione del piede destro per contrastare la deviazione, facendo esattamente tempo ed entità della manovra. Inoltre lo aiuterà ad evitare di alzare la coda troppo bruscamente.

Questo effetto può diventare pericoloso con i bimotori. Se un aereo del genere ha un timone solo, ubicato in modo da non essere interessato dal flusso di nessuna delle due eliche, l'efficacia del timone durante le prime fasi del decollo è modesta: se al coda viene alzata all'inizio della corsa e all'improvviso, la somma delle energie di precessione dei due motori, combinata con la debole azione del timone e con la instabilità direzionale del carrello tradizionale, può innescare all'istante un circolo vizioso. Fra i piloti, questo effetto a volte è chiamato "stallo di coda". Qualcuno dice che le superfici del piano di coda stallano per difetto di velocità e per il tentativo del pilota di alzare la coda troppo bruscamente; e, stallando, esse cadono lateralmente. L'effetto di precessione sembra essere, a questo riguardo, una spiegazione più plausibile.

Per finire, ci sono dei casi in cui l'effetto giroscopico è importante anche negli aerei moderni. Esso spiega tutto quanto succede. Però è facile notare che esso non spiega quel fenomeno chiamato torsione, la normale tendenza di un aereo a girare a sinistra per effetto del motore.

Questa tendenza è presente anche in un volo perfettamente diritto, per esempio durante una salita diritta, quando il muso non sta deviando da nessuna parte, e la precessione giroscopica non può essere chiamata in causa, perché questa si ha solo in caso di deviazione.

C'è quindi bisogno di qualche altra spiegazione.

AZIONE E REAZIONE

La spiegazione che è attualmente più in voga fra gli istruttori di volo è quella che ha dato a questo fenomeno il suo nome: torsione. Il motore, facendo ruotare l'elica in un verso, gira sé stesso (quindi tutto l'aereo) nel verso opposto, perché ogni "azione" è accompagnata da una "reazione uguale e contraria". L'elica gira in senso orario, e il velivolo tende a ruotare in senso antiorario, cioè a sinistra.

Questo effetto - da ciò nasce la teoria della torsione - forza continuamente l'ala sinistra verso il basso. Per questo il progettista dispone l'ala sinistra ad un angolo di incidenza leggermente maggiore della destra, conferendole quindi un surplus di portanza. Ma questo conferisce all'ala anche un surplus di resistenza, la quale farebbe imbardare l'aereo a sinistra.

¹ L'autore si riferisce evidentemente ad aeroplani con carrello tradizionale o a biciclo.

Per evitare l'imbardata allora il progettista dispone la pinna verticale di deriva ad un leggerissimo angolo, tale che si comporti come se il pilota desse continuamente piede destro. In questo modo il progettista riesce a mettere a punto un aereo che non vuole né rollare né imbardare. Però raggiunge questo perfetto equilibrio di forze solo per una combinazione di velocità di volo e regolazione della potenza. Quindi da quanto enunciato si deduce che il velivolo girerà a sinistra quando vola a minor velocità e a maggiore potenza, come ad esempio in una salita. Girerà a destra quando vola a velocità maggiore e con potenza minore.

Questa teoria ha dei punti deboli, che non sarebbero importanti se essa fosse in grado di spiegare il comportamento dell'aeroplano. Ma non lo fa: presto o tardi essa lascerà il pilota frastornato.

È vero che il motore, facendo girare l'elica da una parte, gira sé stesso dalla parte opposta. Questo effetto è effettivamente importante in alcuni tipi di velivolo e in certe situazioni di volo. Ma non è significativo nei normali apparecchi da addestramento, nei piccoli aerei privati o negli aerei commerciali, in condizioni di volo normale. Perché questa torsione dovuta all'elica è troppo debole se confrontata con la predominante insita stabilità dell'aeroplano, con la sua tendenza a non rollare. La torsione agisce su di un braccio di leva corto: la pala dell'elica. La stabilità agisce grazie ad un braccio di leva lungo: l'ala. L'elica è così corta e le ali sono così lunghe che qualsiasi forza torsionale sull'elica non può prevalere sulla tendenza delle ali a mantenersi livellate in volo rettilineo.

Inoltre, con tutta probabilità è vero che nella maggior parte degli aeroplani l'ala sinistra è regolata ad un angolo di incidenza maggiore della destra; ma per la maggior parte degli aerei da addestramento e per quelli con poca potenza non è vero che il progettista dispone davvero così. Il pilota collaudatore porta in volo il velivolo, controlla la pesantezza d'ala (per la quale possono darsi molte altre cause, oltre alla torsione) quindi il personale dedicato alla messa a punto fa il resto. E può uscire da questa fase di messa a punto con questa leggera differenza nell'incidenza delle ali che è rimasta nelle ali.

In ogni caso, tutto questo non ci aiuta. Perché questa torsione dell'elica tenderà a *inclinare di lato* il velivolo. Quindi nelle situazioni di volo in cui questa torsione è forte, dovremmo notare una tendenza ad inclinarsi di lato, non una tendenza a deviare imbardando. Dovremmo dare alettone destro per controbilanciarla, non piede destro! Per concludere, questo effetto torsionale esisterà anche, ma non è lui che ci preoccupa nel pilotaggio di un normale aeroplano. La teoria della "torsione" non spiega la cosa che cerchiamo di chiarire: cos'è che fa girare i nostri aerei a sinistra.

LA TORSIONE PUO' ESSERE PERICOLOSA

Questo non significa che la torsione sia sempre in ogni caso trascurabile. È dato che, su questo argomento, siamo arrivati fin qui, ci possiamo fermare un momento e considerare certe situazioni in cui questa vera e propria torsione diviene importante e può anche diventare pericolosa.

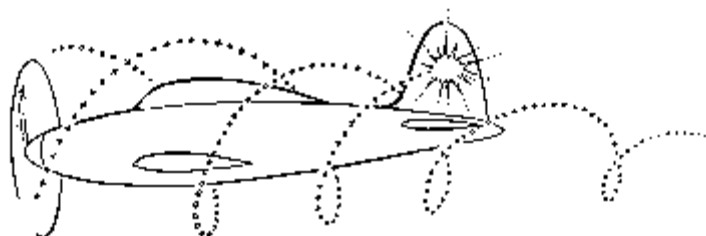
Ovviamente, essa sarà più importante negli aeroplani con piccola apertura alare e grossi e potenti eliche. I piloti riportano che al suo primo volo su uno Spitfire è facile che uno butti giù l'ala sinistra a causa della tremenda torsione data da un motore che accelera all'improvviso. Accelera, perché questo effetto torsionale dell'elica è più prepotente non (come pensano molti piloti) quando il motore sta girando a tutta potenza, ma nel momento in cui acceleriamo, cioè quando diamo tutta manetta. D'altra parte la forza che si oppone alla torsione - la stabilità laterale dell'aeroplano - decade quando l'aeroplano rallenta; alla fine, quando l'aereo stalla, si trasforma in instabilità. C'è quindi una situazione in cui la torsione può diventare veramente pericolosa: quando siamo stallati o quasi, a diamo di colpo tutta manetta. In questo caso la torsione può rovesciarci. Questo tuttavia non è un serio pericolo, negli aerei da addestramento e negli apparecchi con poca potenza, e non dovrebbe trattenere l'allievo dal dare liberamente tutta manetta su aerei del genere, senza alcun timore, per tirarsi fuori dai guai. Ma in aerei "nervosi", potenti e con scarsa apertura alare, la manetta deve essere maneggiata con cautela.

Se un aereo è molto potente e magari ha un carrello stretto di carreggiata, la torsione lo può anche rovesciare mentre è a terra, se il pilota o il meccanico dà improvvisamente tutta potenza.

LA SCIA A SPIRALE

Questo per quanto riguarda la torsione.

La ragione vera della tendenza a girare a sinistra dell'aeroplano non è affatto la "torsione", ed è cosa poco nota fra i piloti. Il fenomeno è molto semplice: l'elica butta indietro un corrente d'aria che non ha un flusso rettilineo all'indietro, ma ruota a spirale mentre volge indietro.



Ciò che i piloti chiamano "torsione" è causato soprattutto dalla posizione del piano di deriva rispetto alla corrente dell'elica che si avvolge a spirale. Notare come le particelle d'aria identificate col segno + colpiscono la coda spostandola a destra, mentre le particelle marcate 0 passino libere sotto la coda, senza così produrre una contropinta di bilanciamento a sinistra (il flusso a spirale è fortemente esagerato nella figura).

Per il suo movimento a spirale, questo flusso d'aria colpisce il piano verticale di deriva con una certa angolazione, spingendo di conseguenza la coda a destra e imbardando il muso sulla sinistra. Tutto qui!

Per farsi un'idea di questo moto a spirale, supponiamo di seguire il percorso di una di queste particelle d'aria. Essa è catturata dall'elica quando si trova a destra del muso dell'aereo. L'impatto con la pala la manda indietro e in basso lungo il fianco destro della fusoliera, sotto il sedile del pilota passa sul lato sinistro della fusoliera, continua a fluire all'indietro e verso l'alto lungo il lato sinistro della coda, quindi è pronta per passare nuovamente sopra la coda verso il fianco destro, ma qui trova il suo percorso bloccato dal piano di deriva, e il suo impatto con questo ,o sposta sulla destra.

Contemporaneamente un'altra particella d'aria è presa dall'elica in un punto a sinistra del muso. L'impatto la accelera all'indietro lungo il fianco sinistro della fusoliera e leggermente verso l'alto. Passa sopra la cabina e scorre in basso e all'indietro lungo il lato destro della coda. E qui c'è in pasticcio: non trova nessun piano di deriva a bloccare il suo cammino. Così non esercita alcuna forza, ma scorre via indisturbata.

Alla fine il risultato del passaggio di queste due particelle d'aria è che la coda ha ricevuto uno spostamento verso destra, e nessun spostamento verso sinistra. Si sposta pertanto a destra, imbardando l'aereo a sinistra.

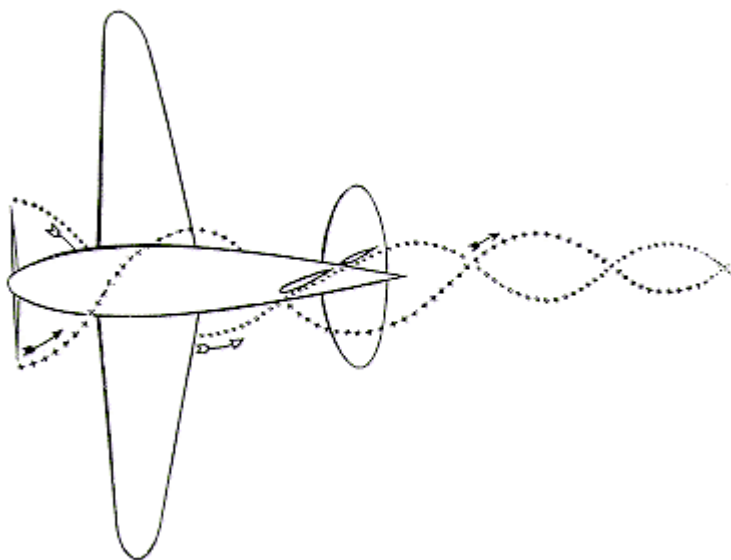
Questa descrizione esagera l'aderenza della spirale. Nel volo in crociera, di fatto, la corrente d'aria si avvolge così poco che si potrebbe quasi definire rettilinea. Normalmente i progettisti pongono il piano di deriva secondo una leggera angolazione, in modo che sia allineato con l'effettivo flusso d'aria sulla coda nel volo di crociera; e questa è la ragione vera dello sfalsamento della coda: non esercitare una forza, ma impedire che una forza venga esercitata!

Nel volo lento a piena potenza, quando le pale dell'elica impattano l'aria ad elevato angolo di incidenza, il flusso a spirale è molto più pronunciato, benché non così stretto come lo ha mostrato la nostra descrizione. Più il flusso si avvolge strettamente , più la spinta laterale sul piano di coda aumenta. Se in piano di coda non è sufficientemente sfalsato, la corrente d'aria lo colpisce di fianco, e si crea una tenenza a virare a sinistra. Il pilota deve dare piede destro.

Nel volo planato, in cui non c'è alcun flusso dall'elica, l'aria non si avvolge a spirale: il flusso sulla coda è quindi rettilineo. Lo sfalsamento della deriva è quindi superfluo, e di fatto imbarda il velivolo sulla destra: il pilota deve dare piede sinistro. L'effetto tuttavia diviene palese solo se la velocità è quella di un'affondata piuttosto che di una planata.

Ci potremo aspettare che l'aereo mostrasse una tendenza accentuatissima a sinistra quando è vicino ad uno stallo di potenza. È così. Ma nel momento in cui avviene la caduta dello stallo, la tendenza a sinistra scompare in alcuni aerei, anche se ancora a piena potenza, il velivolo è ancora rallentato, e

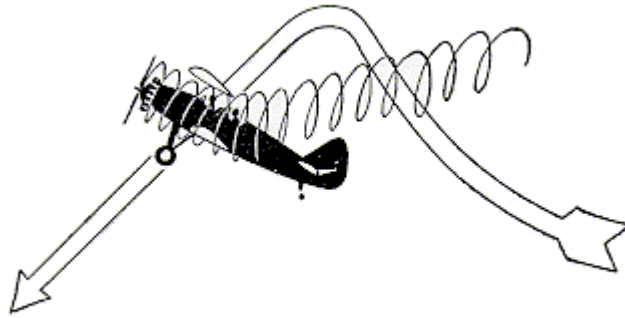
il pilota si aspetta di dover dare tutto piede destro. Questo confonde molti piloti. Ciò che accade è che, dopo lo stallo, l'aereo cade così velocemente che la corrente d'aria non riesce a colpire la coda. Occorre un certo tempo perché le particelle d'aria completino il loro viaggio dall'elica alla coda e mentre ci arrivano, tutto l'aereo, coda compresa, è caduto rispetto al loro percorso! Per questo il flusso d'aria sulla coda è rettilineo, e al momento non vi è alcuna tendenza a girare a sinistra.



Al fine di impedire al flusso d'aria di imbardare l'aereo, il progettista regola il piano di deriva secondo un'angolazione. In questo modo l'aereo non imbarda così violentemente a tutta potenza; d'altra parte, tende a imbardare a destra quando viene tolta potenza. (Il flusso a spirale e lo sfalsamento sono fortemente esagerati).

Potrebbe questa tendenza a girare a sinistra venire abolita completamente? Questo potrebbe essere ottenuto inserendo un piano di deriva verticale sotto la coda, come esiste sopra di questa; essa bloccherebbe il flusso della seconda particella d'aria che abbiamo prima descritto e bilancerebbe l'effetto di traslazione del flusso d'aria. La ragione per cui essa non esiste è che interferirebbe con il carrello biciclo che richiede un ruotino in coda esattamente dove dovrebbe venirsi a trovare la deriva bassa.

I moderni e sicuri aerei ora non hanno più il timone verticale, e quindi debbono in qualche modo liberarsi della tendenza a girare a sinistra. In questi aerei il problema è risolto per mezzo di una doppia coda, o meglio, di una piccola pinna verticale ad ogni estremità dello stabilizzatore orizzontale. Questo serve a mantenere la superficie del piano di deriva quasi completamente fuori dal flusso dell'elica, fuori nell'aria che fluisce indisturbata e rettilinea; il flusso dell'elica passa fra le due pinne.



Ecco perché la "torsione" può venire temporaneamente a mancare in uno stallo di potenza: l'aereo per un attimo cade così in fretta - subito prima di buttare giù il muso - che il flusso dell'elica non raggiunge la coda.

Quel poco che rimane della tendenza a girare a sinistra è compensato dal montaggio del motore ad una leggera angolazione, tale che esso crea una piccola zona d'ombra sulla destra. Non c'è alcuna ragione per cui questi due accorgimenti - la coda ad H e il motore disallineato - non possano venire impiegati anche sui normali aeroplani, a parte il fatto che troppi piloti dicono che un aereo non è un "aereo vero" se non rispecchia fedelmente tutti i tradizionali difetti che ci sono.

I comandi dell'aereo diventano sempre più difficili da capire più si va avanti a volare. Quella prima idea meravigliosamente semplice - spingi avanti la barra se vuoi scendere, tira indietro se vuoi salire eccetera, si dissolve già nelle primissime ore di esperienza di volo vero e proprio; in una planata, per esempio, scendiamo benché la barra sia tirata decisamente indietro. Nella vite, precipitiamo *proprio perché* la barra è tutta indietro! Più un pilota si affina, e più scopre che i comandi hanno una vasta gamma di effetti, più ogni tipo di effetti collaterali, e che a volte questi effetti collaterali sembrano essere più importanti degli effetti primari. E scopre che, in certe particolari situazioni, i comandi effettivamente rovesciano il loro effetto normale, determinando risultati esattamente opposti a quelli che ci si aspetta!

Per questa ragione, i piloti di esperienza non ci tengono a formulare una teoria sui comandi: tendono piuttosto a dire "dipende" - bisogna imparare a volare, tutto qui. E naturalmente il pilota di esperienza non necessita di una teoria a riguardo. Dato il tempo che gli è servito per riuscire a formularne una, egli non è più preoccupato dai comandi. Ha imparato a sentirli.

È l'allievo che ha bisogno di una teoria (cioè di un modello mentale) sul funzionamento dei comandi. Gran parte della difficoltà a volare, e della costosa inefficienza dell'addestramento primario al volo è dovuta semplicemente al fatto che l'allievo non sa veramente cosa sta facendo quando aziona la barra, la manetta, i pedali. Pensate che assurdità: il pilotaggio si svolge interamente muovendo certe leve nella cabina, ma l'allievo pilota non sa a cosa serve ciascuna leva!

Non lo sa perché non glielo hanno detto. Non gli è stato detto perché l'istruttore teme che un esame approfondito degli effetti dei comandi servirebbe solo a confonderlo. La "analisi dei comandi" come la intenderebbe un pilota esperto, è una storia enormemente complicata, una lista senza fine di trucchetti e strane complicazioni, effetti impreveduti e fastidiosi effetti collaterali. Essa è l'esperienza accumulata in centinaia di ore di volo, in migliaia di ore di osservazione, per lo più inconscia. L'allievo ne viene fuori meglio se gli si consente semplicemente di mettere insieme questa esperienza da solo, anche se dovrà impiegare centinaia di ore di volo.

E tuttavia l'allievo dovrebbe avere una spiegazione chiara dei comandi. Di solito è troppo confuso e intimorito per chiederne una; però ne sente la necessità. Probabilmente ogni allievo ha intuito, con un acuto senso di frustrazione, che le cose importanti, le cose utili, le cose fondamentali non gli venivano dette; e ha sperato di avere abbastanza buon senso per chiedere all'istruttore la risposta ad alcuni problemi chiave. Quasi certamente questa è una delle domande che avrebbe voluto fare, dopo che, in seguito ad un paio d'ore a doppio comando,

la sua idea iper-semplificata era svanita: "Bene, a cosa serve veramente questa leva, questi pedali, questo volantino?"

Per sua fortuna, è possibile rispondergli. Il vero problema della "analisi dei comandi" come la si fa attualmente nei nostri aeroporti e nelle nostre scuole di volo, non è che va troppo lontano. È che non va lontano a sufficienza. È complicata non perché è analitica, ma perché non è abbastanza analitica. Resta come una fiaba, un insieme di esperienze varie, da cui non sono tirati fuori i principi. Se l'analisi dei comandi è portata avanti a sufficienza, diventa semplice e di grande utilità per l'allievo.

Perché in verità i comandi dell'aeroplano sono semplici e diretti. In realtà non esiste alcuna inversione del loro effetto di controllo, nessuna eccezione, nessun trucco. Ogni comando fa una cosa e una cosa soltanto, e la fa sempre e senza tradire; però l'azione che compie non è quella che pensavamo all'inizio. Per capire i comandi, quindi, tutto quello che dobbiamo fare è cercare, capire e immaginare con chiarezza la cosa che ciascun comando fa.

Cercheremo di farlo nei prossimi tre capitoli.

Tutti sappiamo come si chiamano i comandi su una sveglia o su un fornello. Ci sono delle frecce marcate "acceso" e "spento", "lento" o "veloce", "caldo" o "freddo", che dicono esattamente all'utente come muovere quel comando al fine di ottenere il risultato desiderato. Bene - e questa è un'idea per uno di quei giorni che si sta al campo ma non si può volare - che etichetta mettereste nell'aereo per il comando dell'elevatore e per la manetta?

Il vostro fratellino, sapendo quello che tutti i ragazzi sanno del volo, direbbe che è facile. Marcherebbe la manetta con "veloce" e "lento". La manetta non agisce sul motore dell'aereo esattamente come il pedale del gas su un'automobile? E marcherebbe la barra con "alto" e "basso". Tirando indietro la barra non si fa salire l'aeroplano? E' solo questione di buon senso.

L'ELEVATORE NON ELEVA UN BEL NIENTE

Sfortunatamente però il tipico aereo dei nostri giorni non è un aggeggio fatto col buon senso: e questo modo di marcare i suoi comandi è sbagliato. Non è sbagliato solo "in teoria": è sbagliato anche in pratica. E' mortalmente sbagliato: se uno prova veramente ad usare i comandi in quel modo, si ammazza. Molti incidenti mortali sugli aerei capitano proprio perché il pilota ha i comandi marcati in questo modo nella sua testa, e cerca di "elevarsi", o per lo meno di star su, tirando disperatamente indietro sul cosiddetto "elevatore". L'aereo non salirà, e non starà neppure su, proprio perché il pilota tira indietro la barra. Di fatto, in tutte le più critiche situazioni di volo, cioè quando si sale ripidi, o si plana lentamente, o in virata, è vitale fare proprio il contrario! Durante la planata, per esempio, più si tiene indietro la barra, più la traiettoria di volo sarà ripida e verso il basso, anche se il muso non punta dritto in giù. In stallo o in vite, il velivolo cade proprio perché la barra è tirata tutta indietro! Anche riguardo al fatto che la manetta è il comando con cui si regola la velocità, la verità è che si può stallare anche a tutta manetta! La maggior parte degli incidenti fatali dovuti a stallo o a vite capitano mentre il motore sta girando a potenza di crociera! Di fatto, quando la manetta è aperta e il flusso dell'elica colpisce la coda, la maggior parte degli aeroplani effettivamente tende a volare più lentamente, e saranno più inclini allo stallo senza la potenza! In sintesi, l'elevatore non fa andare l'aereo in alto e in basso, e la manetta non lo fa andare lento o veloce, e il vostro fratellino si sbaglia.

¹ Nella traduzione di questo capitolo ho spesso usato da dizione "elevatore" invece di "equilibratore" come è corretto secondo la usuale terminologia italiana. La ragione sta nel desiderio di rendere alcune sfumature del testo inglese, che si giovano dell'assonanza elevatore - elevare, che mi è sembrata istruttiva e anche divertente. [N.d.T.]

UN CONCENTRATO DI SAGGEZZA

Alcuni vecchi piloti, se glielo chiedete, direbbero che naturalmente è così. Che ovviamente i comandi non possono essere marcati in termini di traiettoria di volo. E' ovvio che puntando un aereo col muso in su non lo si farà necessariamente salire. Ragion per cui - e questo forse è il più importante pezzetto di saggezza che un vecchio pilota tira fuori da anni di esperienza di volo - primo: quel tirare indietro sulla barra non farà necessariamente salire l'aereo; secondo: scalciare di pedale non è il modo per farlo virare. Se possiamo tenere bene a mente queste due cose, siamo già a posto.

Ma se insistiamo col vecchio pilota per avere una risposta positiva - a cosa serve la barra, cosa si ottiene azionando la manetta - probabilmente risponderebbe che la barra andrebbe marcata "muso in su" e "muso in giù", dove i termini "su" e "giù" si riferiscono non al cielo o alla terra, ma al pilota stesso: tirare indietro la barra farà sempre alzare il muso "verso" il pilota, mentre spingendola in avanti spingerà sempre il muso in basso, cioè "via" dal pilota. In effetti questa è la spiegazione usuale degli effetti del comando che un istruttore normalmente dà all'allievo prima del suo primo volo.

Però questa non è sufficiente. Va abbastanza bene nel volo normale, quando non è poi così importante che uno capisca esattamente l'azione dei comandi; ma ci lascia a piedi nelle emergenze, proprio quando una loro piena comprensione è di importanza vitale. Da una parte non contempla il caso dello stallo: tirando troppo la barra il pilota di fatto fa cadere il muso "via" da sé, e non contempla il caso della vite: più il pilota tira indietro la barra cercando di alzare il muso, verso di sé, e più ostinatamente il muso rimarrà basso, lontano da lui.

IL COMANDO CHE REGOLA L'INCIDENZA

Messo così alle strette, il nostro vecchio pilota probabilmente dirà che i comandi non possono essere etichettati così facilmente: uno deve sapere come si fa a volare - fine.

Ora, se chiedessimo ad un ingegnere aeronautico, potrebbe risponderci. Rimuginerebbe qualcosa sull'angolo di incidenza; tanto gli ingegneri lo fanno sempre! Quello che vi direbbe sarebbe qualcosa del genere: l'elevatore determina il valore dell'angolo di incidenza a cui volerà l'aeroplano, e questo è veramente il suo scopo: esso è il comando che regola l'angolo di incidenza dell'aeroplano. In ogni istante, l'aeroplano volerà all'incidenza che il pilota gli comanda tenendo la barra nella posizione dove effettivamente la tiene.

Ma dato che l'"angolo di incidenza" suona così astratto, probabilmente smetteremo di ascoltare l'ingegnere (i piloti lo fanno sempre!). Peccato. Perché l'aeroplano è una macchina, e qualsiasi cosa dica a riguardo il suo progettista, dovrebbe interessare al pilota. Se l'ingegnere torna sempre al concetto di incidenza, avrà le sue ragioni. L'angolo di incidenza è il punto chiave di tutto il problema del volo, e un pilota che si ri-

fiuta di pensare in termini di incidenza semplicemente non capisce l'aeroplano, anche se sa a memoria tutta la filastrocca che passa col nome di Teoria del Volo.

Facciamo un rapido tentativo di mostrare quello che vuole dire l'ingegnere. Per lui l'equilibratore non è che uno stabilizzatore che si può regolare velocemente, o meglio, una sua estensione. Quando il pilota tira la barra all'indietro, deflettendo l'equilibratore in alto, in pratica è come se modificasse l'angolo con cui lo stabilizzatore orizzontale è attaccato alla coda dell'aereo, che assume di conseguenza una diversa incidenza. E finché l'aereo è mantenuto in quella posizione, continuerà a volare con la nuova incidenza.

L'equilibratore quindi non fa nulla che non potrebbe essere fatto altrettanto bene dallo stabilizzatore. In senso stretto, non è affatto un comando di direzione, ma un controllo che fissa una condizione di volo. Ciò potrà sembrare in qualche misura astruso. Possiamo cogliere la differenza se confrontiamo l'equilibratore dell'aeroplano con lo sterzo di un'automobile; non tanto per quello che fanno, ma per il modo in cui lo fanno. Finché il volante è girato a destra, l'auto continuerà a girare a destra. La macchina non andrà dritta finché il volante non viene riportato in posizione neutra. L'equilibratore è essenzialmente diverso. Se la barra è tirata indietro, per esempio, di tre centimetri, il muso si alzerà quando la barra viene tirata indietro. Quindi smetterà di salire, e proseguirà dritto nella nuova posizione: l'aereo si è stabilizzato ad un nuovo valore di incidenza.

Di conseguenza si potrebbe affermare, con una piccola esagerazione, che un aeroplano non ha sostanzialmente bisogno di un equilibratore mobile, e neppure dell'azione in avanti e all'indietro della barra. Tutto quel che serve è un dispositivo che consenta di regolare e modificare l'angolo di incidenza. Il modo in cui noi costruiamo l'equilibratore non è che una via comoda e svelta di realizzare questa possibilità di modificare l'angolo del piano orizzontale della coda. Un altro sistema potrebbe funzionare altrettanto bene. Per esempio, nei vecchi aerei, era lo stesso stabilizzatore ad essere regolabile, per mezzo di una manovella posta in cabina (simile a quella che aziona l'aletta del trim negli aerei moderni). Quei vecchi aerei potevano essere benissimo pilotati semplicemente azionando la manovella senza toccare la barra. Di fatto, può darsi benissimo che l'equilibratore come lo concepiamo noi oggi sia un sistema che risponde troppo e troppo prontamente al problema di variare l'incidenza della coda variando di conseguenza l'incidenza dell'aereo; il pilota correrebbe meno rischi con un dispositivo che agisce meno prontamente e fosse di effetto più limitato.

L'EQUILIBRATORE E' IL COMANDO CHE CONTROLLA LA CADUTA!

Se vogliamo capire l'equilibratore, allora, teniamo ben in mente che, muovendolo, è come se regolassimo in piano orizzontale di coda ad una diversa angolazione. Con questo concetto davanti agli occhi, rileggiamo quanto è stato illustrato nel

capitolo 7 riguardante il piano orizzontale di coda e come questo determini l'incidenza dell'aereo (quindi la sua velocità). Scorriamo ancora una volta le figure delle varie andature alle quali un aereo vola: noteremo che in ogni caso è l'angolo a cui è inclinato il piano dell'equilibratore che determina l'incidenza a cui vola l'aeroplano.

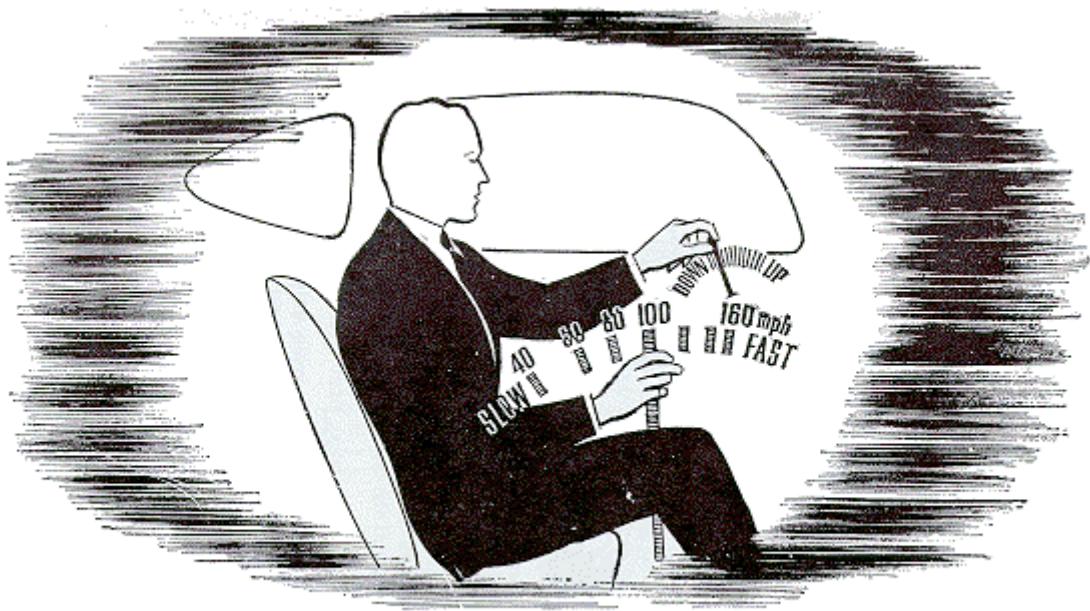
Quindi non è vero che tirando indietro la barra l'aereo sale. In molti tipi di discesa, in realtà, la barra è bei indietro, e il piano dell'equilibratore è deflesso verso l'alto. L'aereo sale e scende in finzione della posizione della manetta. Bisogna ammettere che l'equilibratore ha un effetto *indiretto* nel senso alto-basso. Quando tiriamo indietro la barra forzando l'aereo ad una nuova condizione di volo, ci può essere una regolazione della manetta, che fino a quel momento era stata sufficiente a mantenere un volo livellato, che di colpo diventa sufficiente per la salita; questo perché, in linea generale, a maggiore incidenza l'aereo vola con meno potenza. Però questo legame fra equilibratore e variazioni di quota è troppo indiretto ed aleatorio. Quello che un pilota dovrebbe sapere prima di ogni altra cosa sui comandi del suo aereo è: che azione determinerà questa leva? *Sempre ed invariabilmente?*

Per rispondere a questa domanda, si potrebbe dire che l'equilibratore è il comando che governa le discese ad assetto cabrato! Più si tira la barra indietro, maggiore sarà l'incidenza alla quale vola l'aeroplano. E, come abbiamo visto, "volare ad elevata incidenza" significa, nella lingua dei piloti, semplicemente affondare con assetto cabrato. Possiamo salire, scendere o volare livellati quando abbiamo un ridotto valore dell'angolo di incidenza, ma ad un elevato valore di questa potremo solo cadere "come dei sassi" oppure cadere "pesantemente". L'equilibratore determina solo quanto pesantemente cadremo.

Bisogna ammettere che tutto questo rimarrà come campato in aria per chi non ha ancora digerito il concetto fondamentale di incidenza. Dal momento che questo concetto è piuttosto astruso, una prima lettura di questo libro può non averlo chiarito del tutto. Fortunatamente però, questo non impedisce al lettore di capire cosa veramente fa quando muove la barra avanti e indietro.

Fortunatamente è possibile tradurre il lessico dell'ingegnere nei termini più familiari di "velocità" e "portanza". Quel che diremo sarà applicabile solo al volo normale, comprese discese, planate e salite, e praticamente anche alle virate dolci; non sarà invece applicabile in senso rigoroso alle virate strette e alle richiamate dopo le picchiate. Però, anche con questi limiti, sarà utile capire.

Perché salta fuori che l'ingegnere avrebbe marcato la manetta con "alto e basso", e avrebbe marcato la barra con "lento" e "veloce".



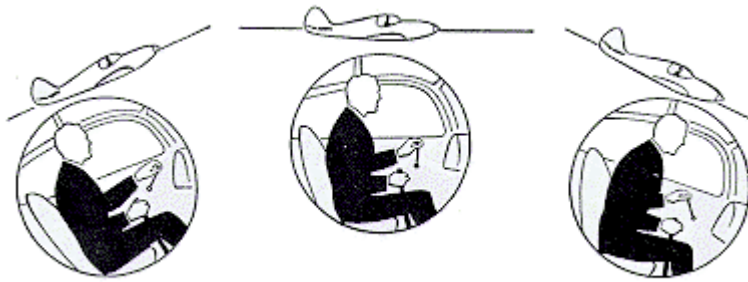
La barra e la manetta. Il cosiddetto "elevatore" è in realtà il controllo della velocità dell'aereo, e la manetta è in realtà quello alto-basso. Si stenta a crederlo, ma è uno dei punti chiave dell'arte del pilotare.

LA BARRA E' IL COMANDO CHE CONTROLLA LA VELOCITA'

Non è che l'ingegnere voglia fare il difficile. È semplicemente la verità. Questi semplicemente sono gli effetti che otterremo con la manetta e la barra - gli unici effetti. Se teniamo la barra in una certa posizione, non importa se avanti o indietro, noi forziamo l'aereo a volare ad una certa velocità: un aereo ben bilanciato volerà allora a quella determinata velocità, indipendentemente dalla regolazione della potenza. Se diamo molta potenza, l'aereo salirà a quella velocità; se diamo meno potenza, volerà livellato a quella velocità. Se togliamo la potenza del tutto, planerà a quella velocità.

Se tiriamo la barra abbastanza indietro, l'aereo sarà costretto alla velocità di stallo, e il suo volo prenderà allora la forma di uno stallo o di una vite, indipendentemente dal fatto che si dia molta o poca potenza. Se regoliamo la barra molto in avanti, obblighiamo l'aereo a volare molto veloce, e al fine di raggiungere e mantenere la velocità che gli ordiniamo, l'aeroplano sarà costretto a scendere in picchiata.

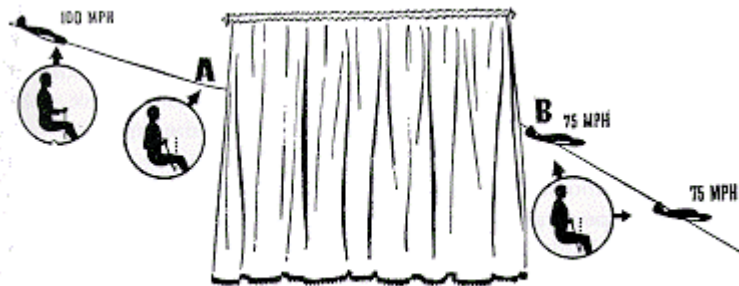
Se in volo veloce tiriamo di colpo la barra all'indietro, l'aeroplano, nel tentativo di ridurre rapidamente la sua velocità al valore richiesto, schizzerà in alto; tuttavia questa risposta verso l'alto dell'aereo è puramente accidentale e non possiamo farci conto in assoluto: la risposta primaria del velivolo, l'unica sulla quale possiamo davvero contare, è che rallenta.



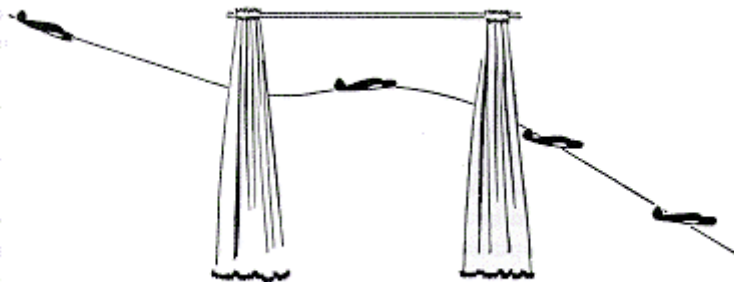
Il vero comando alto-basso dell'aereo è la manetta. Qui il pilota sale, vola livellato e scende semplicemente variando la posizione della manetta. La barra rimane sempre nella medesima posizione, e, se la stabilità dell'aereo non ha vizi, la velocità indicata rimarrà la stessa in tutte le condizioni!

IL VERO ELEVATORE E' LA MANETTA

Proseguendo, c'è una cosa sola che farà sempre salire l'aereo, e questa è la potenza del motore: si potrà farlo temporaneamente salire sparandolo su con l'equilibratore, ma solo la potenza del motore lo può far salire e lo può tenere su: quindi il comando alto-basso è la manetta. Se c'è un pezzo dell'aereo che si merita il nome di "elevatore", questo è la manetta.



L'"elevatore" è in realtà il controllo della velocità. Nel punto A il pilota tira la barra indietro. In B l'aeroplano si è stabilizzato a velocità minore. Dietro la tenda è capitato qualcosa che impedisce a molti allievi di capire il vero ruolo dell'elevatore.



Quando il pilota riduce la velocità c'è una *temporanea* deviazione in alto della traiettoria di volo. Ma è solo temporanea ed è spesso seguita (come si vede qui) da una deviazione verso il basso, in modo che il risultato finale dell'aver arretrato

la barra può essere la discesa dell'aeroplano. L'unico effetto sicuro e durevole dell'elevatore è quello sulla velocità.

Tutto questo non è così "teorico" come sembra. Possiamo dimostrare che questo è veramente il modo in cui funzionano i comandi dell'aereo. In certi aeroplani, alcuni effetti (che ora esamineremo) renderanno la dimostrazione un po' dubbia. Un aereo particolarmente adatto è il Taylorcraft con i posti affiancati, un po' perché si comporta particolarmente bene da questo punto di vista, un po' perché la sistemazione dei comandi rende facile fermare l'elevatore in ogni posizione desiderata: basta stringere con le dita l'asta del volantino nel punto in cui questa esce dal pannello porta strumenti. Con l'altra mano si può allora manovrare il volantino per in controllo degli alettoni, e, con l'elevatore così bloccato, si può variare la posizione della manetta a piacimento, e constatare che è la manetta che fa salire e scendere, mentre il cosiddetto "elevatore" governa la velocità.

ROBA VECCHIA E COLLAUDATA

Questa è anche pratica accettata e risaputa nel volo strumentale. Nel volo strumentale la velocità indicata non è regolata, come pensa il nostro fratellino, usando la manetta. Essa è regolata con l'equilibratore: se l'anemometro dà in indicazione troppo bassa, ad esempio, si agisce sulla barra e lo si riporta al valore desiderato. Saremo di conseguenza obbligati a perdere un po' di quota, ma non sarà questo il nostro problema immediato e ce ne occuperemo successivamente con una diversa operazione: questo è l'ABC del volo strumentale. Salite e discese sono regolate non, come pensa il nostro fratellino, con l'equilibratore, ma regolando la potenza. Se il variometro segna che stiamo scendendo, noi lo riportiamo a zero aumentando la potenza.

Quando questo concetto viene spiegato ad un pilota che inizia il corso di volo strumentale, di solito lo colpisce come cosa strana e macchinosa, peculiare del volo strumentale. In realtà non è né così macchinosa, né tipica del solo volo strumentale: è soltanto il modo in cui dovrà sempre usare i comandi!

L'avvicinamento con potenza, il tipo di avvicinamento che normalmente si fa sugli aeroplani pesanti, è un'altra manovra assolutamente "pratica" in cui l'elevatore deve essere impiegato come controllo della velocità e la manetta come controllo in senso alto-basso. Semplicemente non si riesce a portarlo a termine, se non si impiegano i comandi in questo modo. Questo aspetto sarà esaminato in dettaglio nel capitolo che riguarda la planata.

Pensando all'elevatore come al controllo della velocità, dobbiamo nuovamente ammettere che un cambiamento di velocità può far sì che l'aereo salga o scenda, e che quindi l'elevatore abbia un effetto indiretto (e su cui non si può fare affidamento) nel senso alto-basso. In linea generale, più lentamente un aereo procede, meno potenza richiede per star su: quindi se re-

goliamo la manetta di un aeroplano per il volo di crociera, quindi lo rallentiamo in su, subito ci sarà un margine di potenza in più che l'aereo userà salendo. Tutto ciò verrà reso un po' più chiaro al Capitolo 19, Le Velocità dell'Aeroplano.

ECCEZIONI E COMPLICAZIONI

Parliamo ora di alcune importanti complicazioni. Ciò che abbiamo appena affermato è vero alla lettera solo in un aeroplano che abbia caratteristiche di controllo ideali. Sfortunatamente, gli aerei di solito non sono perfetti. Sulla maggior parte degli aerei le superfici di coda sono sottoposte al flusso dell'elica, quindi la barra è più autorevole quando viene data potenza. In più, il flusso d'aria generato dal motore può avere l'effetto di buttare giù il muso dell'aeroplano. Per questa ragione, con la barra arretrata in una determinata posizione, la maggior parte degli aeroplani *di fatto rallenterà quando viene aperta di più la manetta* (perché tireranno su il muso non appena lo si fa). E ci sono certe posizioni della barra (piuttosto arretrate, ma non indietro del tutto) per le quali se si toglie completamente la potenza l'aeroplano non stallerà fino alla velocità di stallo, mentre se venisse data potenza con la stessa posizione della manetta, l'aereo stallerebbe. Questa è la ragione per cui tanti incidenti mortali dovuti a stallo e vite capitano col motore che gira a potenza di crociera. Questa è anche la ragione l'uso della potenza aiuta se si vuole ottenere uno stallo netto e brusco. Su certi aerei, ci si può mettere davvero nei guai stallando l'aeroplano completamente fino a farlo entrare in vite, a meno che non venga parzialmente usata la potenza combinata con tutta la barra indietro.

Questa è una di quelle piccole stranezze di un aereo che un buon pilota dovrebbe conoscere: ma allo stesso tempo non dovrebbe nascondere il fatto fondamentale: che la velocità di un aeroplano viene controllata dalla posizione in cui il pilota tiene la barra.

QUAL'È IL PUNTO?

Tutto questo, si potrebbe dire, è certamente interessante, è certamente vero; ma è un tipo di conoscenza che non serve all'atto pratico. Quel che serve sapere al pilota, in ultima analisi, è come fare andare l'aereo dove vuole che vada. Velocità, incidenza, e tutte queste cose potranno essere anche interessanti, ma il pilota vuole sapere questo: che effetto ha l'equilibratore sulla traiettoria di volo? Sfortunatamente, e questo è il punto, non è possibile una risposta diretta e univoca. Dipende. Un cambiamento di velocità e incidenza può comportare una salita, oppure al contrario una planata; può comportare un diverso cambiamento della traiettoria di volo a seconda che ci si trovi ad alta oppure a bassa velocità. In più, ogni cambiamento della posizione della barra ha normalmente due effetti sulla linea di volo, prima un rapido ed immediato effetto (normalmente un'impennata in alto appena viene tirata la barra), quindi un effetto stabile e duraturo (spesso una devia-

zione verso il basso della traiettoria di volo). L'effetto dell'equilibratore sulla linea di volo deve quindi essere separatamente studiato per ciascuna condizione di volo: la salita, la planata, il volo lento, il volo veloce, il volo ad alta quota eccetera. Questo viene fatto in un altro capitolo di questo libro.

UNA CRITICA DISTRUTTIVA

Se questa analisi sugli effetti dell'equilibratore può sembrare non molto costruttiva, ecco allora cosa dovrebbe essere: essa vorrebbe essere positivamente distruttiva. Quello che deve essere distrutto, quel che deve venire sradicato dalle nostre teste è l'idea che tirando la barra indietro questo ci possa far salire. Troppi piloti hanno stallato o sono andati in vite perché hanno usato l'"elevatore" per "elevarsi".

Possiamo arguire molto bene cosa passa per la testa di un pilota che va in stallo o in vite. Il guaio ha inizio decine o centinaia di ore prima che l'incidente capiti veramente. Comincia con la nozione sbagliata che la barra sia un controllo per salire e scendere.

Questa nozione è rinforzata dal nome del dispositivo, e dalla falsa cultura che preferisce il termine fuorviante derivato dal latino, *elevatore*, al vecchio buon termine usato dai piloti: "flippers"².

Questo fatale errore viene anche rinforzato dai metodi oggi in voga di usare i comandi per mantenere il volo livellato. È vero che il sistema più "a buon mercato" per tornare alla quota assegnata, dopo che una corrente ascendente o discendente ce l'ha fatta perdere, è quello di usare la barra, piuttosto che la manetta. Ma è anche vero che il sistema più comodo per fare una piccola correzione di rotta è quello di dare un calcetto al timone. Come per il controllo direzionale, abbiamo scoperto che il modo più comodo non è il migliore dal punto di vista dell'addestramento al volo, e oggi ci si aspetta che un allievo esegua anche il più piccolo cambio di direzione con una virata al corretto angolo di bank, e opportunamente coordinata. Forse il metodo per mantenere la quota che oggi viene considerato corretto - mantenere potenza costante e variare l'assetto con l'equilibratore, è sbagliato dal punto di vista didattico; forse dovremmo esigere velocità indicata costante e controllo della quota per mezzo della manetta, anche se questo dovesse comportare un mantenimento della quota meno positivo e accurato. Però inculcherebbe idee giuste invece di idee sbagliate.

Altre idee sbagliate vengono coltivate anche dalla disposizione dei comandi in uso oggi. Questa disposizione non è cam-

² In realtà, come già accennato in apertura di questo capitolo, nella lingua italiana il termine che noi abbiamo qui arbitrariamente tradotto con "elevatore" viene correttamente tradotto con "equilibratore", il che dimostra anche che il lessico aeronautico italiano è più corretto di quello anglosassone, perché dalla parola *equilibratore* è assente il significato del *salire*, ma è presente soltanto quello del *bilanciare* il peso del motore facendo leva sulla coda, che è poi l'assunto fondamentale dell'autore. I flippers potrebbero venire tradotti con "alette", si tratta semplicemente delle parti mobili dell'equilibratore.

biata da trent'anni, e sembra matura per un cambiamento. Forse dovremmo vedere aerei con un comando alto-basso che controlla manetta ed equilibratore, aerofreni o flap al posto d'onore, e la barra assorbita ed atrofizzata in un glorificato controllo dello stabilizzatore (trim), montato da qualche parte di fianco al pilota come un acceleratore. Chissà.

VOGLIO STAR SU

Sia come sia: con l'idea sbagliata di "elevatore" in testa, la vittima un giorno o l'altro si trova in una situazione in cui si avvicina al terreno senza volerlo. (Potrebbe essere durante un atterraggio di emergenza, ma più probabilmente starà uscendo da una virata stretta a bassa quota - ora non ha importanza. Una gran parte degli incidenti mortali si verifica all'uscita dalle virate. E nel farle, viene usato malamente non solo l'elevatore, ma anche gli alettoni e il timone. Ma per ciò che ci riguarda ora in questa analisi, può essere meglio trascurare timone ed alettoni, e concentrarci solo sul modo in cui il pilota adopera l'elevatore.) Avendo paura del terreno, la nostra vittima cerca di tirare i suoi comandi "su", o almeno "non così giù", e lo fa in modo davvero disperato. In realtà, essendo la barra il comando che regola la velocità, quello che fa è spingere sui freni! Avrebbe saputo benissimo, se glielo avessimo chiesto, che non era il caso di rallentare l'aereo in una situazione critica. Il suo problema non è che non capisce l'esigenza di recuperare velocità; forse il suo problema non è neppure quello che vicino a terra non ha il coraggio di fare la cosa giusta: lasciare andare la barra in avanti. Forse il suo vero problema è che qualcuno ha sistemato le etichette sui comandi per lui. Lui così pensa che sta tirando la leva che serve per andare "in su". Non sa che sta spingendo i freni: la leva che comanda l'incidenza, che, se tirata troppo, finirà necessariamente ed inevitabilmente per stallare l'aereo!

LA STORIA DEL CANE PAZZO

Dato che il suo problema è causato da etichette scambiate, non ha il tempo per capire. Immaginiamo per un attimo che, a causa di una qualche malattia del cervello, il nostro cane inverta i comandi che riceve e cominci ad obbedire al nostro comando "fa la cuccia" correndo e saltandoci addosso, e a "vieni qui" mettendosi alla cuccia. Quanto tempo ci occorrerebbe per scoprirlo! Noi sospetteremmo praticamente tutto, fuorché la verità. Penseremmo che non abbiamo parlato forte abbastanza, o senza autorità, o che ha bisogno di una bella lezione. E probabilmente diventeremmo matti prima di capire. Allo stesso modo il pilota che scopre che il suo "elevatore" non gli dà i risultati sperati, ossia non lo tiene su, probabilmente non sospetta che sta facendo la cosa sbagliata, molto probabilmente penserà che sta facendo la cosa giusta, ma senza sufficiente convinzione. Quando comincia a tirare piano, e l'elevatore non lo eleva affatto, pensa che ci vuole una bella tirata. E così tira.

Spesso i rottami mostrano quanto disperatamente abbia tirato. A volte lo schianto blocca i comandi nella posizione in cui essi si trovavano al momento dell'impatto, e di solito la barra è tutta indietro. A volte si trova che la barra è stata piegata, dimostrando come il pilota stesse tirando indietro con tutte le sue forze in uno vero e proprio spasimo di disperazione, usandola come se fosse un grimaldello con cui convincere il muso dell'aereo a tirarsi su dal terreno.

Epitaffio: "non sapeva che stava tirando il comando dello stallo".

Salvarsi è facile.

LA CATENINA D'ARGENTO

Il cosiddetto "elevatore" è in realtà il comando che controlla la velocità dell'aereo, o, se vogliamo dirlo meglio, è il comando che controlla l'angolo di incidenza. Questo mostra come sia facile evitare di stallare o di andare in vite!

Stalli e viti sono causati dalla velocità troppo bassa oppure, - che è praticamente lo stesso - dall'incidenza troppo alta. Non c'è problema: basta non portare la barra in quella posizione dove questa obbligherà l'aeroplano a volare alla velocità di stallo (o all'incidenza di stallo). Basta non consentire alla mano di venire così indietro. Perché un aereo non può stallare o andare in vite se la barra non viene tenuta nella posizione dello stallo! Ricordiamoci questo semplice dato di fatto. È cosa della più grande importanza per ogni pilota: se la barra non è nella posizione di stallo, un aereo non può stallare, quindi non può andare in vite. La posizione di stallo della barra, sulla maggior parte degli aeroplani, è vicina al fondo corsa verso l'indietro, senza potenza; e circa un due terzi indietro con potenza. Trovare dove è esattamente nel tuo aereo è esclusivamente affar tuo.

Ora, da quanto abbiamo detto, uno potrebbe facilmente pensare che per evitare di stallare e di andare in vite tutto quel che c'è da fare è comprare 100 lire di filo di ferro, e ancorare la barra a qualche pezzo portante dell'aereo, in modo che per quanto uno si possa confondere o farsi prendere dal panico in certe situazioni di emergenza, semplicemente non possa tirare indietro la barra tanto da raggiungere i 15 gradi di incidenza, oppure, diciamo, una velocità di 10 nodi superiore di quella di stallo. In questo modo, si potrebbe pensare, abbiamo reso l'aereo "installabile". Questo quindi risolverebbe uno dei più gravi problemi dell'aviazione, la terribile quantità di morti a causa di incidenti aerei, dato che la maggior parte di questi ha a che vedere con uno stallo. E eliminerebbe anche la parte più noiosa dell'addestramento: tutta la pratica di stalli e viti. Potremmo pensare che di aver avuto una grande idea!

L'AEREO A PROVA DI STUPIDO

La cosa strana è che avremmo ragione! Cento lire di filo di ferro renderebbero l'aereo impossibile da stallare, risolverebbero uno dei più grossi problemi dell'aviazione, e semplifi-

cherebbero enormemente l'addestramento. La "limitazione dei comandi" è una importante nuova tendenza nel mondo dell'aviazione. È l'idea base di tutti gli aerei semplificati, "da famiglia" o "a prova di stupido": un semplice blocco meccanico da qualche parte nel sistema dei comandi, che renda impossibile per il pilota tirare la barra tanto da stallare. L'ingegnerizzazione pratica di una tale limitazione dei comandi non è del tutto semplice. Abbiamo visto sopra che nella maggior parte degli aerei una certa posizione all'indietro della barra porterà l'aereo più vicino allo stallo quando viene data potenza che senza potenza, perché il flusso dell'elica colpisce le superfici di controllo. Quindi una limitazione dell'escursione della barra in modo che senza potenza non fosse possibile stallare l'aereo, potrebbe tuttavia consentire ancora lo stallo con potenza. D'altra parte, una barra limitata al punto che, anche con potenza, non si potesse stallare l'aeroplano, sarebbe, senza la potenza, così inefficiente che il pilota non sarebbe in grado di rallentare l'aereo per un normale atterraggio. Per questa ragione, un aereo deve essere progettato in modo che la potenza non produca variazioni sul "trimmaggio". Questo viene fatto su un aereo "a prova di stupido", montando il motore in modo che produca la sua trazione 10 gradi verso il basso, oltre che in avanti.

Altra complicazione: quando un aeroplano è vicinissimo allo stallo, l'uso sbagliato del timone o degli alettoni - anche senza ulteriore pressione indietro sulla barra - può portare a stallare un'ala, quindi alla vite. Il progettista quindi deve essere sicuro che timone ed alettoni non verranno usati male. Quindi o deve abolire il timone del tutto, come è stato fatto su certi aerei, oppure deve connettere meccanicamente il comando del timone con quello degli alettoni, in modo da rendere impossibile il cattivo uso del timone, oppure deve introdurre qualche blocco meccanico anche nel sistema del timone e degli alettoni.

Ma anche questa, alla fine, è solo questione di cento lire di filo di ferro. Se si imbrigliano tutti tre i comandi principali in modo che nessuno di questi abbia troppa escursione, ci rimarrebbe ancora perfetta possibilità di controllo per tutte le manovre di volo ordinarie, eccetto forse l'atterraggio su tre punti e le scivolate d'ala ripide; e nello stesso tempo avremmo un aereo a prova di stupido, che non può entrare in vite. Esistono diversi tipi di aereo, costruiti secondo questa formula, e "caratterialmente" incapaci di entrare in vite, oggi in uso.

Un pilota esperto racconta che, prima di lasciar volare sua moglie, le comprerà una bella catenina d'argento "di sicurezza" e le legherà alla barra del suo aereo. Magari non sarà un buon sistema pratico per fare dei cambiamenti nei comandi dell'aereo, e sarebbe di dubbia legalità, dato che il certificato di navigabilità è rilasciato per la machina "come è". Ma il miglior posto dove assicurare questa catenina è nella nostra testa. Se possiamo fare a prova di stupido un aereo, possiamo fare "a prova di stupido" anche la nostra mente. Basta ricordarsi che un aereo non può andare in stallo o in vite se in co-

mandi non vengono portati nella posizione dello stallo o della vite; e non lasciate che la mano venga indietro senza che ve accorgiate.

Quando i fratelli Wright inventarono l'aeroplano, la cosa che inventarono veramente, la cosa fondamentale, era in fondo una cosa piccola. Era il dispositivo che inclina di lato e livella l'aeroplano, il dispositivo che noi ora chiamiamo alettoni. Tutti gli altri elementi dell'aereo esistevano già: l'uomo aveva già volato sulle ali, i motori erano già relativamente sviluppati, le eliche avevano già guidato i dirigibili in lunghi voli, il timone era vecchio come la barca, l'equilibratore non era altro che un timone di profondità, le superfici di stabilizzazione erano già in uso sui dirigibili, e venivano impiegate sulle frecce da tempo memorabile; ma gli alettoni furono una creazione del tutto inedita, e furono la sola cosa che rese possibile combinare tutti gli altri elementi in una macchina capace di volare.

In senso stretto, nel caso dei fratelli Wright, non si dovrebbe parlare di alettoni, bensì di "controllo laterale". Ciò che i Wright avevano impiegato non erano gli alettoni come noi li conosciamo oggi, bensì l'espedito di svergolare le ali in verso opposto, deformando e facendo piegare tutto il velivolo. Glenn Curtiss usò gli alettoni, intesi come superfici di controllo mobili incernierate al bordo di uscita delle estremità alari. Una gigantesca causa presto divampò su questo dispositivo, e ritardò l'aviazione americana per anni. La controversia verteva sul fatto che le ali svergolantesi o gli alettoni incernierati fossero o meno la stessa cosa.

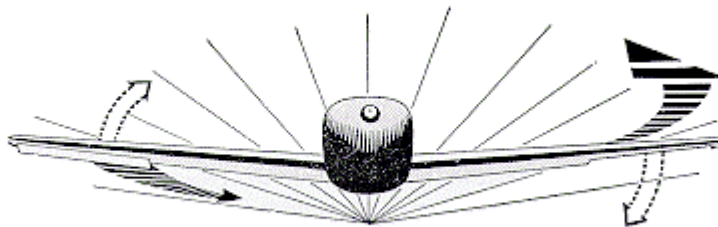
Per quanto concerne la nostra analisi, le due cose sono esattamente equivalenti. Alettoni o ali che si svergolano: entrambi i metodi lavorano sullo stesso presupposto: incrementando l'angolo di incidenza di un'estremità alare e diminuendolo dall'altra parte, si ottiene più portanza su un lato dell'aereo e meno sul lato opposto, e l'aereo si inclina lateralmente o si livella a nostro piacimento.

L'IMBARDATA INVERSA

Tutta la storia può sembrare un po' stupida, e il meccanismo piuttosto ovvio. Ma guardiamo cosa è successo ai fratelli Wright. L'idea era buona e in apparenza piuttosto semplice. Tuttavia, quando la provarono per la prima volta in un volo vero, e deformarono le ali del loro veleggiatore per inclinarlo a sinistra, quel che ottennero fu un'inclinazione a destra, una virata a destra e una rottura! E una cosa sostanzialmente identica ci può capitare anche oggi, se non stiamo attenti. Se mai è successo che vi siate rotti il collo con un aereo, probabilmente gli alettoni c'entravano.

Perché l'alettone ha due difetti intrinseci. Il più grave di questi è l'effetto di *imbardata inversa*. Quando il pilota sposta la barra, diciamo, a destra, il velivolo risponde inclinandosi a destra, come dovrebbe; ma tende anche ad imbardare (girare) a sinistra, e questo non lo dovrebbe fare! Il pilota

inclina l'aereo a destra probabilmente (non necessariamente, ma probabilmente) perché vuole fare una curva a destra, ma, appena lo inclina, il velivolo sterza a sinistra! E questo piccolo bisticcio rende complicata tutta la tecnica di pilotaggio, come vedremo.



L'effetto di imbardata inversa. Gli alettoni hanno due effetti. Freccia bianca: Il piegamento laterale è quello desiderato dal pilota. Freccia nera: l'effetto imbarcante è un indesiderato effetto collaterale dell'inclinazione. Qui il pilota si inclina alla sua sinistra, presumibilmente per virare a sinistra, ma l'aereo nello stesso tempo imbarca a destra del pilota. Questa è la ragione per cui questo effetto si chiama "inverso". Il pilota deve eliminare questo effetto usando il timone.

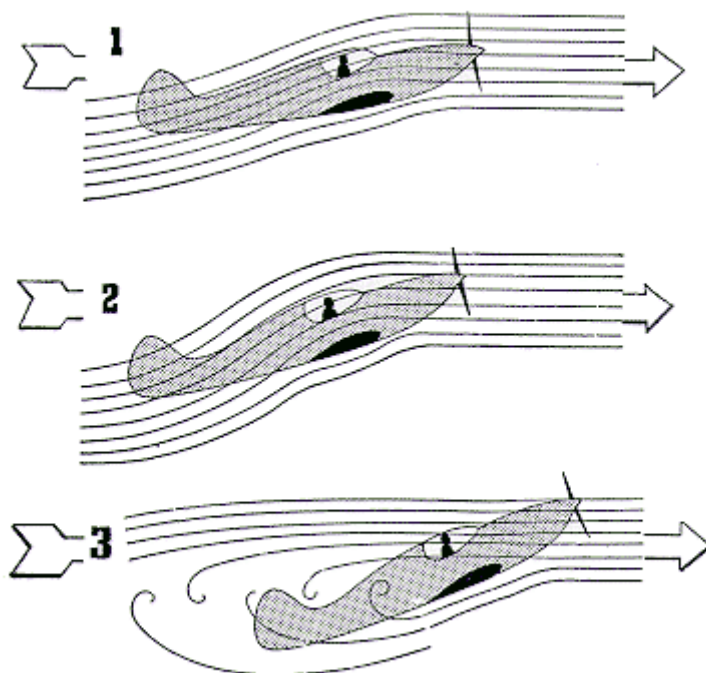
Cosa causa questo comportamento? Si può capire quasi tutto di un aereo semplicemente guardandolo bene: e certamente l'imbardata inversa può essere spiegata all'allievo senza dover andare in volo. Azioniamo fino a fondo corsa gli alettoni di un aeroplano (portando la barra, per esempio, tutta a destra) poi mettiamoci di fronte all'aereo ed osserviamolo. È evidente che l'alettone deflesso verso il basso (quello che alzerà l'ala) si protende di un bel po' in basso nella corrente d'aria e causerà, oltre a parecchia portanza in più, anche molta resistenza in più; al contrario l'alettone piegato verso l'alto (quello che abbasserà l'ala) si vede a mala pena, non è esposto alla corrente d'aria e quindi sviluppa, oltre a pochissima portanza, anche pochissima resistenza. Questo è del tutto ragionevole e prevedibile. Non si può avere qualcosa per niente. Non si può avere portanza senza resistenza: maggiore portanza si paga con maggiore resistenza. Così le differenti portanze delle due ali tendono a far ruotare l'aereo sulla destra, ma nello stesso tempo le differenti resistenze delle due ali tendono a farlo girare a sinistra.

Un esperto obietterà e puntualizzerà che gli alettoni non possono essere considerati gli unici responsabili dell'effetto di imbardata inversa: parte di questa tendenza a girare dall'altra parte è dovuta semplicemente al movimento di inclinazione delle ali e continuerebbe a sussistere indipendentemente dal dispositivo che si impiega per inclinare le ali stesse. Però la spiegazione che abbiamo appena dato risponde alle esigenze del pilota. Anche se non dice tutta la verità, dice tuttavia la verità, e presenta il vantaggio che può essere "fatta vedere".

Questo effetto di imbardata inversa degli alettoni è una piccola cosa, però è una di quelle veramente importanti da capire sull'arte di pilotare. In primo luogo, essa è la ragione vera del perché gli aerei hanno un timone, e del perché il pi-

lota deve lavorare questo timone quasi continuamente. Contrariamente a quanto pensano la maggior parte degli allievi, il timone non è il comando per dirigere l'aereo a destra e a sinistra: questo si fa inclinandolo a destra o a sinistra. Il timone è semplicemente il dispositivo con il quale il pilota contrasta l'effetto di imbardata inversa che inevitabilmente ha luogo ogni qual volta egli inclina o livella l'aereo. Nello stesso tempo, di tutti i comandi dell'aeroplano il timone è certamente più difficile da controllare bene, e quello che richiede il maggior tempo di addestramento. In più, l'uso sbagliato del timone concorre come fattore in quasi tutti gli incidenti: vedremo che l'imbardata inversa dà luogo a tutta una serie di conseguenze. Tutto questo comunque - tutta la problematica della connessione fra alettoni, imbardata inversa, timone e cambio di direzione dell'aeroplano - è così importante e complesso che due dei capitoli seguenti vi saranno in gran parte dedicati. Non daremo pertanto maggiori dettagli in questa sede.

In più, c'è l'affetto che l'imbardata ha sulla portanza di ciascuna ala. L'imbardata dalla parte sbagliata può anche produrre un'inclinazione dalla parte sbagliata! Succede così: comandiamo gli alettoni in maniera che l'ala sinistra si alzi. Questo rallenta l'ala sinistra e, se il pilota non è pronto con il timone, fa imbardare l'aereo a sinistra. A causa di questa imbardata, l'ala sinistra ha, per un certo tempo, meno velocità di avanzamento e meno vento, quindi meno portanza; e quindi, non ostante che l'alettone sia disposto in modo da fare alzare l'ala, questa non viene su per niente! Contemporaneamente l'imbardata conferisce all'estremità dell'ala destra maggiore velocità, più vento e più portanza, e, non ostante che l'alettone sia regolato per far scendere l'ala, questa non scenda affatto, o addirittura venga su! Questa forma estrema di imbardata inversa è quello che capitò ai fratelli Wright quando sperimentarono per la prima volta gli alettoni. In un aereo moderno, con buoni alettoni e buona stabilità, questo non può accadere nel corso di un volo normale e in condizioni di sicurezza, tuttavia a volte capita quando l'aereo è stallato o quasi se gli alettoni vengono impiegati troppo o di colpo, come vedremo.

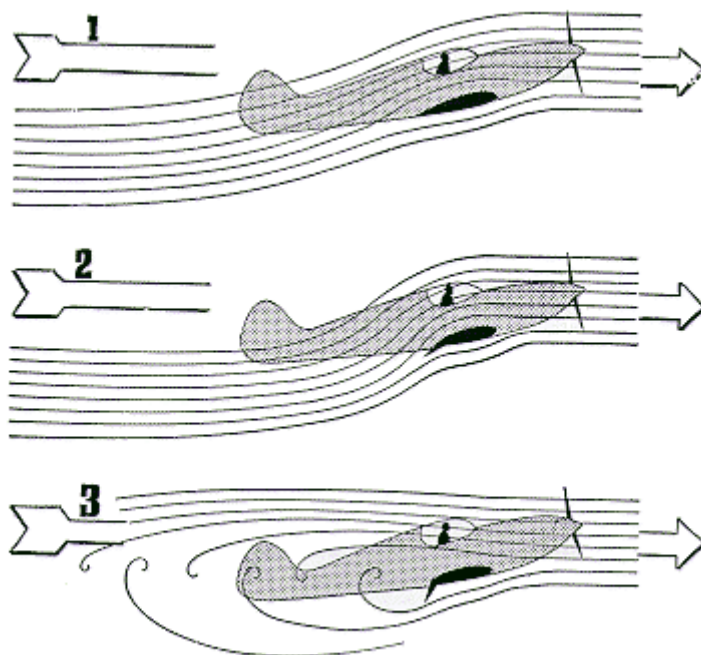


Il normale stallo si verifica semplicemente perché il pilota forza l'aereo, globalmente inteso, ad una incidenza eccessiva. Il pilota cerca di far salire l'aereo tirando indietro la barra. Esagera, quindi cade giù.

LO STALLO DI UN ALETTONE

Un altro guaio degli alettoni è lo stallo dell'estremità alare. In certe condizioni, un alettone che viene usato per sostenere un'ala che si abbassa, può di fatto portare l'ala allo stallo, facendola abbassare ancora di più.

Per capire come ciò possa verificarsi, l'allievo deve prima di tutto liberarsi dell'idea sbagliata - così diffusa e fatale fra i piloti - che lo stallo sia causato soltanto da mancanza di velocità. Egli deve capire ciò che è stato detto e ripetuto così insistentemente nei primi capitoli di questo libro: che lo stallo è causato da un eccessivo angolo di incidenza. Ogni qual volta un'ala incontrerà l'aria con un'incidenza eccessiva, essa stallerà.



Lo stallo di alettone si verifica perché il pilota forza una sola parte dell'ala ad incidenza eccessiva. Al punto 1, l'aereo comincia a volare con incidenza piuttosto elevata. Al punto 2, il pilota aziona la barra a sinistra, deflettendo l'alettone destro in basso ed aumentando l'incidenza dell'estremità alare destra. Al punto 3, esagera nell'azione, e l'estremità dell'ala destra stalla. Il pilota cercava di alzare l'ala destra azionando la barra a sinistra. Esagera, così la fa cadere. Ora l'aereo entrerà in vite sulla destra.

Ed egli deve ancora una volta cercare di individuare con chiarezza la natura dell'alettone: cioè che l'alettone non è che un dispositivo per modificare l'incidenza di un'estremità alare. Soltanto se l'allievo intende chiaramente la natura dello stallo e la natura dell'alettone può capire come e perché l'uso eccessivo dell'alettone può portare allo stallo dell'ala.

Ecco come un alettone può stallare l'ala. Supponiamo che un aereo stia volando prossimo alla condizione di stallo: in una planata lenta o in una salita ripida. Entrambe le ali stanno muovendosi nell'aria ad elevata incidenza, e il pilota capisce che se tirerà la barra ancora più indietro, portando il velivolo ad incidenza ancora maggiore, entrambe le ali andranno in stallo. Forse quello che non gli è chiaro è questo: usando bruscamente gli alettoni per sostenere un'ala, produrrà su *quell'ala* esattamente lo stesso effetto che produrrebbe su *entrambe le ali* tirando ulteriormente indietro la barra: abbassare l'alettone ha lo stesso effetto che regolare tutta l'estremità dell'ala ad incidenza maggiore. E poiché l'ala sta già facendo del suo meglio, già sta volando alla massima incidenza di cui è capace, l'effetto di un ulteriore aumento dell'incidenza è lo stallo.

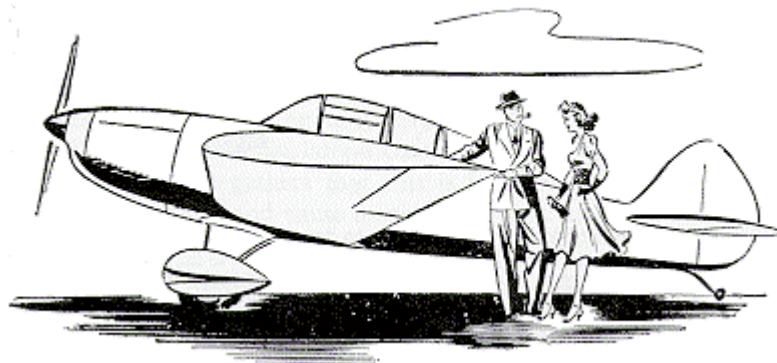
Questo è ciò che nei vecchi velivoli metteva gli alettoni "fuori uso" quando ci si avvicinava allo stallo: l'aumento dell'incidenza dell'estremità alare non era più in grado di

produrre aumento di portanza. E questo è anche ciò che rendeva quei vecchi velivoli tanto più pericolosi da pilotare: in casi estremi, l'ala che si abbassava non solo non saliva, ma al contrario precipitava essendo completamente stallata proprio a causa dell'alettone che avrebbe dovuto sostenerla! Nei velivoli moderni, la perdita di efficacia degli alettoni non è più così netta, per merito delle molte migliorie che sono state fatte sul sistema degli alettoni.

ALETTONI SOFISTICATI

Dato che gli alettoni sono la parte più traditrice dell'aeroplano, è stata spesa su di essi molta ricerca, e sono stati fatti parecchi miglioramenti. Su molti degli aerei di oggi, i due difetti intrinseci degli alettoni sono stati quasi ridotti al nulla. Di fatto, questo è uno dei pochi punti in cui l'aeroplano di oggi differisce sostanzialmente dall'aeroplano del 1918: alettoni più affidabili. Soprattutto l'effetto di stallo non è più di rilevanza pratica: gli esperti dicono che i problemi degli alettoni che tuttora permangono (che talvolta possono sembrare al pilota problemi di stallo) sono in realtà soltanto problemi di eccessiva imbardata inversa. In ogni caso, può essere interessante esaminare qualcuno di questi miglioramenti.

Un importante miglioramento è stato fatto, non migliorando l'alettone in sé, bensì l'ala di cui l'alettone è parte. In seguito a diversi accorgimenti, i progettisti ci assicurano che, quando l'aereo inizia a rallentare, lo stallo interesserà l'ala a partire dalla radice verso l'estremità, invece di verificarsi contemporaneamente su tutta la lunghezza o magari a cominciare dall'estremità. Così, quando l'aereo è rallentato e la parte centrale dell'estensione dell'ala è già stallata, le estremità alari possiedono ancora una riserva di portanza che gli alettoni possono "sfruttare". Il modo più semplice di ottenere questo effetto è chiamato "wash-out", una torsione (svergolamento) dell'ala che ne rende l'estremità disposta ad incidenza minore rispetto alla radice dell'ala stessa.



Il wash-out. L'estremità dell'ala è calettata ad un'incidenza minore della radice. Se l'incidenza dell'aereo aumenta, la radice dell'ala raggiungerà lo stallo per prima. Lo stallo quindi raggiungerà gli alettoni e l'estremità dell'ala solo se il pilota insiste nel tirare indietro la barra.

In molti aerei, lo svergolamento dell'ala può essere vista a occhio nudo. Un altro modo di raggiungere lo stesso risultato è variando le sezioni alari, impiegando per l'estremità alare una sezione particolarmente efficiente ad incidenze elevate. Un altro modo ancora di ottenere lo stesso risultato è una fessura nel bordo d'attacco di ogni ala, vicino alle estremità - cosa familiare a molti piloti per averla vista su molti velivoli. Una superficie aerodinamica "soffiata" può funzionare a valori di incidenza maggiori rispetto ad una normale, pertanto un'ala con l'estremità soffiata non stallerà quando una normale stallerebbe: le fessure nel bordo di ingresso dell'estremità alare renderanno pertanto l'alettone nel bordo d'uscita della stessa ala molto più sicuro e molto più efficiente nel volo lento.

Un altro importante miglioramento è stato fatto, ancora una volta migliorando non l'alettone in sé, quanto il sistema di trasmissione fra l'alettone e la barra azionata dal pilota. Questa tecnica è conosciuta come "alettone differenziato" e si trova sulla maggior parte degli aeroplani di oggi. Il collegamento fra la barra e le superfici di controllo è tale che, quando il pilota aziona la barra, per esempio, a destra, l'alettone dell'ala sinistra è deflesso in basso relativamente di poco. Nel contempo, l'alettone sull'ala destra viene deflesso verso l'alto di molto. La logica che sta dietro a questo è la seguente: deflettere un alettone verso l'alto non causa un gran danno, è la deflessione verso il basso che ci procura dei guai: imbardata inversa e stallo dell'estremità alare. Quindi ridurre la deflessione verso il basso riduce i nostri guai, e nello stesso tempo l'aumento della deflessione verso l'alto dell'altro alettone assicura l'efficacia del sistema degli alettoni.



Il moderno alettone non funziona come una porta a ventola. Puto A: azionato per abbassare l'ala, l'alettone continua a produrre resistenza, minimizzando l'effetto di imbardata inversa. B: azionato per alzare l'ala, l'alettone produce un effetto fessura (alettone soffiato) che minimizza la tendenza a stallare. La X mostra la posizione della cerniera.

Infine, anche la superficie di controllo in sé è stata migliorata. Il moderno alettone ha perduto del tutto l'originale somiglianza con la ventola tipo "porta della cucina"¹. L'alettone *Frise* si basa su due concetti. Il primo è la cerniera disassata. Quando l'alettone viene deflesso verso l'alto, in modo da spingere l'ala in basso, la cerniera spostata fa sì che

¹ Si tratta della porta a ventola libera di aprirsi nei due versi che noi associamo piuttosto all'idea della porta del Saloon dei film western.

il bordo d'entrata dell'alettone sporga, come un labbro, in basso nel flusso d'aria. Questo labbro si comporta come un freno, che non tende né ad alzare né ad abbassare l'ala, ma semplicemente a rallentarla: e questa resistenza in parte bilancia quella che nello stesso tempo viene esercitata dall'altro alettone, quello che viene comandato per alzare l'altra ala. In questo modo la cerniera disassata equalizza le resistenze sulle due ali e riduce l'effetto di imbardata inversa.

L'altra intuizione che sta dietro l'alettone Frise è l'effetto fessura, che entra in azione quando l'alettone è azionato verso il basso, in modo da alzare la "sua" semiala. La fessura mantiene il suo normale effetto di prevenzione dello stallo: quindi l'alettone Frise rimane relativamente efficiente ad incidenze altissime quando un semplice alettone a "porta di cucina" potrebbe stallare l'ala invece di sostenerla.

QUALCHE ESPERIMENTO

Non ostante tutti questi miglioramenti, entrambi i difetti intrinseci degli alettoni, imbardata inversa e stallo dell'estremità alare, sono ancora presenti in quasi tutti i nostri aeroplani, ed è facile che causino di problemi in certe situazioni quando meno ce lo si aspetta - specialmente per ciò che riguarda l'imbardata inversa. Potrebbe essere una buona idea per un allievo convincersi sperimentalmente che questi effetti sono ancora presenti, che essi non sono astrazioni teoriche, ma fatti veri e importanti.

Un modo per farlo è provare qualche stallo, ed osservare come si comportano veramente gli alettoni. Questo è un esperimento che vale la pena di fare. Quando un aereo stalla, diventa instabile in senso laterale, cioè vuole cadere con l'una o con l'altra ala. La reazione naturale del pilota è allora quella di cercare di tenerlo livellato usando gli alettoni. Ma quando si fa pratica dello stallo, all'allievo viene detto che è sbagliato: non deve mai usare gli alettoni quando stalla. Deve invece mantenere il controllo laterale con un rapido e deciso lavoro di pedali sul timone. Egli capisce che si fa così perché gli alettoni potrebbero stallare malamente un'ala causando una vite. Prima o poi, tuttavia, sarà indotto a rifare l'esperimento mentre vola solo e ad usare gli alettoni nello stesso modo. Così scoprirà che su molti aerei gli alettoni sono efficienti anche nello stallo, che tutta questa chiacchierata sullo stallo delle estremità alari non è del tutto vera, almeno non sul suo aereo. È tuttavia pericoloso rassicurarsi così. Infatti gli alettoni sono efficienti solo perché lui usa contemporaneamente un bel po' di timone, dato che, in questa fase del suo addestramento, un certo grado di coordinamento dei comandi è diventato una sua seconda natura.

Se veramente vogliamo scoprire cosa fanno al nostro aereo gli alettoni durante uno stallo, togliamo i piedi dai pedali, stalliamo l'aereo, e, quando il velivolo decide di cadere, per esempio, con l'ala sinistra, cerchiamo di tenerlo sotto controllo con gli alettoni *soltanto*. Ciò che probabilmente osserveremo sarà che gli alettoni fanno uno sforzo eroico per tenere

su l'ala che cade, e sembrerà che per un po' ci riescano; ma nello stesso tempo l'effetto di imbardata inversa, non contrastato dal timone, ci farà ruotare a sinistra così malamente che l'ala non riuscirà più a salire, il velivolo imbarderà di un buon 180 gradi, e probabilmente andrà in vite sulla sinistra, benché noi cerchiamo di sostenerlo con l'alettone, o meglio *proprio per il fatto che* stiamo cercando di tenerlo su.

È interessante anche eseguire una vite, e ad un certo punto azionare all'improvviso l'alettone per contrastare la vite - cosa che l'ingenuo e sprovvisto aviatore farebbe se improvvisamente si trovasse ad affrontare una vite. La maggior parte degli aeroplani comincerebbero subito ad avvitarci più velocemente e più pericolosamente, a causa dell'imbardata inversa, o dello stallo dell'estremità alare o per tutte due le cose insieme. Non è consigliabile provarsi senza la supervisione dell'istruttore, perché in qualche aereo ciò potrebbe portare a un tipo di avvitemento pericoloso.

Un'altra occasione nel corso della quale un allievo può osservare l'imbardata inversa è rullando controvento: il velivolo tenderà a girare a destra se la barra viene tenuta a sinistra, e viceversa. Questo si vede soprattutto quando ci si sposta galleggiando con un idrovolante, e costituisce un accorgimento importante per maneggiare gli idro.

Una dimostrazione dell'effetto di imbardata inversa nel normale volo di crociera, facendo semplicemente rollare l'aereo da una parte e dall'altra può rimanere qualcosa che non convince del tutto l'allievo, perché nei velivoli moderni questo effetto è stato così ben corretto che nel volo veloce è quasi inavvertibile. Ma proviamo lo stesso effetto con l'aereo in bolo piuttosto lento (con la barra ben all'indietro), e si otterrà un effetto molto più vistoso.

COME SI VOLA CON LE PORTE DELLA CUCINA

In breve, quindi, anche i moderni normali aeroplani devono essere pilotati come se avessero gli alettoni a "porta di cucina", solo che il moderno pilota se ne può fregare un po' di più. Per maggiore chiarezza, può essere meglio far finta per un momento che tutti questi miglioramenti non fossero mai stati fatti, e pensare a come un pilota dovrebbe comportarsi su un aereo che avesse gli alettoni a "porta di cucina".

Certamente scoprirebbe subito che non deve mai usare gli alettoni senza supportarli diligentemente coi il timone. Questa sarebbe una scoperta importante per l'allievo, perché in effetti questo è lo scopo principale del timone su tutti gli aerei, vecchi e nuovi: dare al pilota un modo per contrastare l'effetto di imbardata inversa degli alettoni. Questa è poi la "coordinazione": ecco perché diamo piede per iniziare e per finire una virata; se gli alettoni non producessero imbardata inversa, non ci sarebbe bisogno di un timone.

E che benedizione sarebbe per un allievo che comincia se potesse avere subito, nella su carriera, un chiaro concetto del perché ha a disposizione un timone! Quante scivolate e quante imbardate eviterebbe! Quanti colli eviterebbero di rompersi!

Troppi piloti se ne vanno in giro con l'idea che lo scopo del timone è di far girare l'aereo "attorno all'angolo": questa idea è sicura come un serpente a sonagli.

Successivamente, il pilota dell'aereo con le "porte da cucina" scoprirebbe che la sua azione sul timone deve diventare via via più vivace, man mano che rallenta l'aeroplano. Anche se si trova ancora lontano dallo stallo, avrà la sensazione che sta mantenendo il controllo laterale soprattutto grazie ai piedi - nel modo un cui noi teniamo il nostro aereo reale (quello senza le porte da cucina) durante un vero e proprio stallo. Un esempio di questo potrebbe essere la salita da una pista corta, magari un giorno di vento a raffiche. Gli anziani si ricorderanno che questa era una di quelle cose che un buon istruttore faceva ripetere fino alla noia, uno di quei preziosi pezzi di saggezza che uno non acquisiva dalla normale routine istruzionale, e che alla fine non si trovava sui manuali. "Ora, in un giorno come questo - avrebbe potuto dire - non fidarti troppo degli alettoni. Se l'ala sinistra ti cade, dalle un calcio col piede destro". A un pilota che ha imparato di recente, questo potrebbe sembrare come se in quei velivoli uno dovesse sempre trovarsi vicino allo stallo quando saliva; ma naturalmente non era così. Il problema era soltanto che gli alettoni avevano un più marcato effetto di imbardata inversa; essi erano anche meno efficienti, e bisognava muovere di più la barra per avere dei risultati, cosa che nuovamente accentuava l'effetto imbardante. Di modo che, senza una vivace azione di piedi da parte del pilota, il velivolo avrebbe risposto agli alettoni semplicemente imbardando: l'ala sinistra, invece di venir su, sarebbe rimasta in basso, e la resistenza dell'alettone sinistro avrebbe fatto dirigere il muso dell'aereo decisamente a sinistra.

In un aeroplano moderno, questo effetto è in gran parte eliminato; tuttavia esso esiste. Più l'aereo è rallentato, più è necessario un lavoro di piedi per "coordinare" quello delle mani sugli alettoni.

COME USCIRE IN FRETTA DA UNA VIRATA

Volando con il nostro immaginario aeroplano con le "porte da cucina", un pilota potrebbe fare un'interessante osservazione a riguardo dell'uscita da una virata stretta. Scoprirebbe che, entrando in virata, potrebbe cavarsela con pochissimo pedale. Ma quando cercherà di livellare, per uscire dalla virata stretta, potrebbe trovare che è impossibile tirar su l'ala senza molto aiuto dal timone: l'effetto di imbardata inversa lo manterrebbe a forza in virata, al punto che senza il piede sul pedale non avrebbe speranza e si avvolgerebbe in una picchiata a spirale o in una vite. Perché? In una virata stretta l'aereo vola ad elevata incidenza - il pilota esercita un bel po' di pressione all'indietro sulla barra. Più è elevata l'incidenza di un aeroplano, più diventa pronunciato l'effetto di imbardata inversa. Quando si inclina l'aereo in virata volando veloci, a bassa incidenza, non c'è molto effetto imbardante, quindi poco bisogno del pedale. Quando si livella volando lenti, ad elevata

incidenza, c'è molto effetto imbarcante, quindi molto bisogno di dare pedale.

Arrivati qui, molti penseranno che tutto questo è molto teorico e senza valore all'atto pratico. Ma in realtà proprio questo effetto ha rotto parecchie teste. Molti incidenti mortali prendono l'avvio da virate strette in prossimità del terreno. C'è ragione per sospettare che in molti casi il pilota "inciampi" sugli alettoni, per modo di dire. Virando stretto con elevata, con la barra ben all'indietro e un bel po' di carico dovuto alla forza centrifuga sul velivolo, il pilota decide che qualcosa non va. Cosa questo qualcosa possa essere è un'altra questione: potrebbe essere uno stallone incipiente, o una raffica che all'improvviso lo fa inclinare troppo, o qualcos'altro. In ogni caso, il pilota desidera tornare in un attimo in assetto di volo rettilineo e livellato. Così dà alettone verso l'alto, in modo da diminuire l'inclinazione dell'aereo. Ma dato che sta volando ad elevata incidenza (con la barra ben indietro) l'effetto di imbarcata inversa è molto potente, e lo "spinge dentro", buttandogli in muso verso l'interno della virata e verso il basso. A questo scarto improvviso del muso, il pilota impaurito probabilmente reagirà dando ancora più alettone (per livellare le ali) e ancora più barra all'indietro (per sostenere il muso), così si va a cacciare in vite: ma quello che veramente è successo è che il pilota ha inciampato sul suo alettone.

Nel nostro immaginario aeroplano "con le porte da cucina", ci sarebbe solo un modo per uscire da una virata stretta velocemente e in sicurezza, soprattutto quando la virata stretta ha incominciato a buttare male. *Primo* lasciare che la barra venga in avanti, riducendo così l'incidenza, allontanando le ali dallo stallone, e dando agli alettoni meno effetto di imbarcata inversa, assicurandosi inoltre che gli alettoni non stallino l'ala invece di sostenerla. *Quindi* un bel po' di pedale "alto" (piede sinistro in una virata a destra). E *solo allora* l'alettone "alto", in modo da ridurre l'inclinazione dell'aereo. Il solo alettone usato su un aereo in volo lento o prossimo allo stallone (e molti aerei si trovano in questa condizione quando virano stretti) sarebbe inutile o magari dannoso. Gli altri comandi devono innanzitutto creare le condizioni adatte prima che gli alettoni possano diventare non solo efficienti ma anche sicuri da impiegare.

Qui, ancora una volta, quello che è vero sull'aereo "a porta della cucina" è vero, con le opportune correzioni, anche sulla maggior parte degli aerei moderni. Anche gli aerei moderni richiedono più pedale per uscire da una virata stretta che per entrarvi. Anche sui moderni aeroplani, se una virata stretta si mette male, c'è solo un modo sicuro per rimettere in fretta l'aereo: primo barra in avanti, poi piede "alto", e, solo per ultimo, e dolcemente, alettone. E se una rimessa del genere fa scivolare un po' d'ala o "manca di coordinazione", non badateci.

Barra avanti! Questa dovrebbe essere, in linea generale, la cosa principale che un pilota dovrebbe imparare per volare su un aereo con gli alettoni a "porta della cucina". Tutte le

volte che il velivolo è troppo lento per rispondere bene agli alettoni, si dovrebbe imparare non a dare ancora più alettoni, tirando la barra ancora più indietro, ma invece a lasciare venire avanti la barra, dando così nuova vita agli alettoni. O uno lo impara, oppure prima o poi va in vite, spintovi dall'eccessiva imbardata inversa, oppure cadendoci dentro a causa di un'estremità alare stallata per l'uso eccessivo dell'alettone. E la stessa regola generale è ancora vera per gli aerei di oggi, e soprattutto per gli alianti. Sia che cerchiamo di inclinare l'aereo o di livellarlo, o che sia una raffica a colpirci: *tutte le volte* che l'aereo non risponde prontamente agli alettoni, anche se usati con moderazione, la cosa da fare non è dare ancora più alettone, ma lasciar venire avanti la barra. A volte, è vero, dando molto alettone si riesce a fare quello che non si riusciva con poco; di solito, è vero, un bel colpo di pedale può risolvere una situazione che non si riusciva a gestire con il solo alettone; ma l'unico modo certo per riguadagnare controllo in fretta e senza rischiare, o di mantenere il controllo in ogni situazione, è lasciar venire avanti la barra.

La cosa fondamentale da capire a proposito dei pedali del timone è che essi sono superflui: come i nostri denti del giudizio, non hanno un vero e proprio scopo, però possono darci un mucchio di fastidi. L'aeroplano non ha bisogno dei pedali del timone. Non dovrebbe avere i pedali del timone. Con tutta probabilità non avrà più i pedali del timone da qui a 10 anni.

Tuttavia, finché i nostri aerei avranno questo comando, questo è molto importante per il pilota. È il comando che causa le difficoltà più grosse a chi comincia. Un buon terzo di un corso basico di volo è dedicato (quando si arriva all'argomento) ad insegnare l'impiego del timone, e la sua giusta "coordinazione" con gli altri comandi. E anche il pilota più esperto a volte ha dei problemi ad usarlo correttamente. Nel tipico incidente mortale, che coinvolge sempre o uno stallo o una vite, l'uso errato del timone ha quasi sempre la sua parte di colpa, insieme ad altri due errori del pilota che abbiamo già esaminato: barra troppo indietro nel tentativo di sostenere l'aeroplano e un possibile "inciampo" su un alettone.

Come si può immaginare, c'è un legame fra il fatto che il timone non dovrebbe neppure essere presente sull'aereo e quello che i piloti hanno tanti problemi ad usarlo correttamente. Tutti avremmo dei problemi ad usare un candelotto di dinamite nella cameretta dei bambini.

A COSA SERVE IL TIMONE

Per chiarire la cosa, scorriamo la lista degli scopi per cui è previsto un timone sui nostri aerei di oggi.

Prima di tutto, per dirigere l'aeroplano durante il *rullaggio*: è durante il rullaggio (e solo durante il rullaggio) che i pedali del timone di un aereo danno un risultato simile a quello del volante di un'automobile. Però dirigere l'aeroplano con il timone è, bene che vada, un lavoro che distrugge i nervi: perché alla bassa velocità del rullaggio l'aria non fluisce sul timone con energia sufficiente da renderlo molto efficiente. Per questa ragione, la maggior parte degli aeroplani sono ora equipaggiati anche con un ulteriore dispositivo che la lo scopo di dirigerli quando sono a terra. Freni indipendenti per ciascuna ruota consentono al pilota di frenare l'una o l'altra ruota dirigendo così l'aeroplano. Quando si rulla con un bimotore, l'uso differenziato delle due manette fa girare l'aereo a destra e a sinistra. Molti aerei da addestramento hanno il ruotino di coda che sterza, collegato ai pedali del timone. Fra quelli che hanno il carrello a triciclo, molti hanno la ruota davanti che può sterzare. In questo modo non è necessario l'aiuto del timone durante il rullaggio.

Il timone è molto importante durante la corsa di decollo. Quando la ruota sterzante di coda (o la ruota sterzante del muso, a seconda dei casi) non è più in contatto col terreno, l'aereo non può venire controllato in direzione con essa.

D'altra parte, dirigerlo servendosi dei freni durante la corsa di decollo sarebbe una contraddizione, dato che si vuole tutta l'accelerazione possibile: il timone è quindi di vitale importanza durante la corsa di decollo. Tuttavia, sono stati realizzati degli aeroplani a triciclo che mantengono tutte tre le ruote sul terreno proprio fino all'istante in cui l'aereo si solleva da terra e diviene controllabile con i normali comandi di volo. Un aereo di questo tipo, quindi, è totalmente controllabile, finché è a terra, sterzando la ruota davanti: non ha bisogno del timone. In questi aerei, la ruota davanti è collegata meccanicamente con lo stesso comando che aziona gli alettoni, e i pedali del timone realizzano il destino che spetta loro: non esistono!

In volo, la maggior parte degli aerei necessita del timone per contrastare la "torsione", quella brutta tendenza di un aereo a girare a sinistra sotto l'influenza della coppia del motore. Se un aeroplano risente della torsione, necessita anche di un timone - e tutti i monomotori convenzionali hanno questo problema almeno in certe condizioni di volo. Ma, anche in questo caso, sono stati costruiti degli aerei che sono esenti da questo effetto, comprovando che è quindi possibile: quindi anche qui l'uso del timone non è essenziale.

Talvolta il timone è usato per scivolare d'ala. Se si dà barra a sinistra, l'aereo si inclinerà a sinistra, e una volta inclinosi a sinistra, tenderà a virare a sinistra. Ma se diamo piede destro e nello stesso tempo alettone sinistro, l'aeroplano non riesce a virare a sinistra, ma scivolerà d'ala in basso verso sinistra. La scivolata d'ala è utile per guidare un aereo ad atterrare in un punto preciso, perché consente al pilota di ridurre velocemente la quota senza prendere velocità. Però questa manovra non è necessaria in un aereo equipaggiato con flap, spoiler, o qualche altro dispositivo per mezzo del quale la discesa possa venire accentuata senza che si sviluppi un'eccessiva velocità. Non tutti gli aerei hanno un tale dispositivo, ma tutti dovrebbero averlo, e probabilmente presto l'avranno. Per questa ragione, l'uso del timone, anche da questo punto di vista, non è veramente essenziale.

Il timone si usa anche nell'*atterraggio con vento al traverso*. Al fine di mantenere l'aereo diritto rispetto al terreno nel momento in cui tocca il suolo, esso viene fatto scivolare d'ala, azionando barra e pedali nel modo che abbiamo appena descritto. Per esempio, se in vento è al traverso da sinistra, si dà barra a sinistra e pedale destro. Questa manovra è senza dubbio essenziale su un aereo convenzionale. Ma un aereo con carrello a triciclo non necessita di andare così diritto e rasente al terreno al momento del contatto col suolo, può anche atterrare con un po' di deriva laterale. Anche in questo caso, quindi, l'uso del timone potrebbe venire evitato.

Il timone è importantissimo nello *stallo*. Quando stalla, l'aereo diventa "lateralmente instabile", tende cioè a rovesciarsi sulla destra o sulla sinistra. Gli alettoni non funzionano bene su un'ala in stallo: come illustrato in altra parte del libro, essi faranno probabilmente cadere l'ala che avrebbero dovuto sostenere, causando un avvitamento. Ciò che il pilota

deve fare, naturalmente, è portare avanti la barra e lasciare che l'aereo esca dallo stallo. Però finché è stallato, è vero che solo il timone riuscirà a mantenere le ali livellate o ad evitare la vite. E, una volta in vite, è vero che il timone è un ausilio importante per venirne fuori.

Questo è il motivo fondamentale del perché gli aeroplani d'oggi hanno ancora un timone. La contraddizione tuttavia è che non c'è nessuna buona ragione per la quale un aereo dovrebbe mai stallare, senza parlare del perché mai dovrebbe andare in vite. La vite non ha utilità alcuna, neppure come manovra per disimpegnarsi in combattimento. Si possono fare aeroplani che non possono stallare, ed è anche possibile realizzarli tali che non possono entrare in vite, limitando l'escursione dell'equilibratore e progettando gli alettoni in maniera opportuna. E una volta che se n'è andato il rischio dello stallo e della vite, questo impiego del timone non è più a sua volta essenziale.

Così, per concludere, il timone non ha alcuna funzione reale in volo.

E LA VIRATA?

"Un momento, però - dice l'allievo - e le virate? Come si può far virare l'aereo senza il timone?" E qui arriviamo al punto, al punto più importante: analizzare come un aeroplano veramente vira e cosa esattamente fa il timone durante la virata.

Il nostro fratellino pensa che l'aereo vira perché il timone è piegato: lui pensa che i pedali del timone facciano su un aereo esattamente quello che fa il volante in un'automobile. Quasi tutti gli allievi alle prime armi hanno la stessa idea; e anche una piccola parte di piloti esperti vi diranno la stessa cosa, anche se poi non volano davvero così. Ancora si trova su molti libri e, peggio ancora, ancora viene raccontato ai ragazzi delle scuole superiori!¹ Questa idea è, singolarmente considerata, la più grossa inesattezza sul volo che ancora oggi è diffusa fra la gente. È una maledizione. Causa più mal di testa agli allievi piloti che tutte le altre cose sul volo: quasi tutti gli studenti buttano via un mucchio di tempo perché non riescono a capire cosa fare col timone, quando e perché. Ammazza lui più piloti di qualsiasi altra causa, salvo forse l'altra idiozia: l'idea che tirando indietro la barra si faccia salire l'aeroplano. O piuttosto, è la combinazione della storia che si gira col timone e dell'altra storia che si sale tirando la barra che crea il veleno mortale.

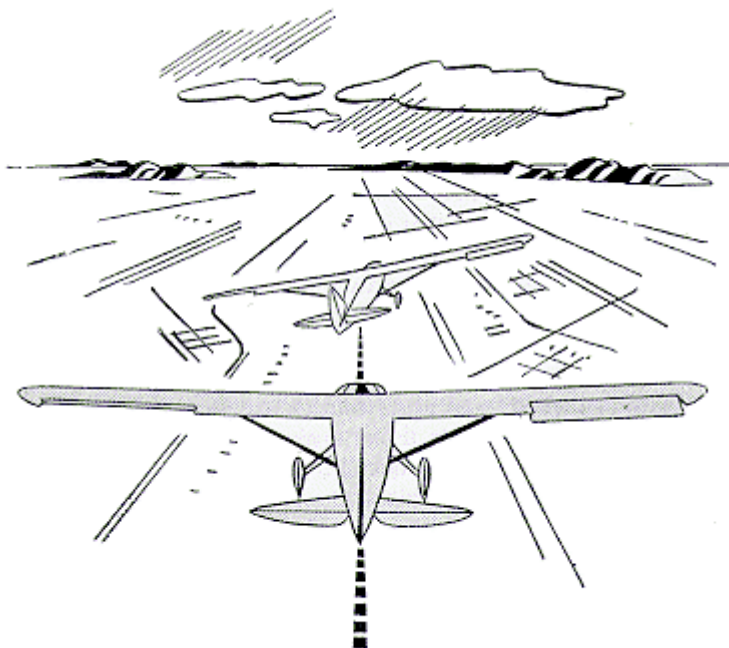
L'aeroplano non vira perché si gira il timone: vira perché è inclinato di lato. Una virata si esegue inclinando l'aereo e sostenendolo con la pressione all'indietro sulla barra. Il timone non ha un ruolo primario in tutta la procedura. Questo potrà suonare nuovo e strano: ed è così enormemente importante per tutti quelli che affidano l'osso del collo ad un aereo, che

¹ Per noi è quasi commovente pensare che nelle scuole superiori si spieghi ai ragazzi come e perché vola un aeroplano. Anche se lo si dovesse spiegare con qualche inesattezza. [N.d.T.]

dedicheremo all'argomento uno specifico capitolo, cercando di rendere l'idea sul come veramente un aeroplano vira. Al momento, fidatevi. Questa non è, come si potrebbe pensare, una simpatica teoria tutta dell'autore. È un fatto accettato da tutti i bravi istruttori e da tutti i progettisti. Una prova definitiva al proposito è che sono stati costruiti almeno due tipi di aereo senza alcun timone - non solo senza i pedali del timone, ma proprio senza il timone - e tuttavia sono completamente controllabili, in grado di eseguire virate con normale agilità.

"Ancora non capisco - dirà l'allievo - mi dici che il volo in virata si ha non per l'uso del timone, ma grazie all'inclinazione laterale, combinata con la pressione all'indietro sulla barra. Però nello stesso tempo, il mio istruttore mi dice che devo sempre usare il timone in tutte le virate. Se non uso il timone per far virare l'aeroplano, allora per che ragione mai lo uso?"

Non lo possiamo incolpare per il fatto che siamo confusi. In tutti gli altri casi in cui usiamo il timone, capiamo chiaramente cosa stiamo facendo col nostro piede: che cosa produce la forza, per dirlo così, che noi esercitiamo col piede. Durante il rullaggio, sappiamo che un colpo alla coda fa girare l'aereo. Nelle corse di decollo e di atterraggio, sappiamo di tenere l'aereo diritto contro il vento al traverso, la torsione o il terreno irregolare, che cercano di farlo girare di lato. Nei decolli e durante le salite sappiamo che contrasta la "torsione". Durante le scivolate d'ala sappiamo che contrasta la tendenza del velivolo a virare nella stessa direzione nella quale è inclinato. Ma quando diamo pedale durante una virata, non sappiamo a quale forza ci stiamo opponendo. Non è affatto ovvio, e troppo spesso l'istruttore non ce lo dice.

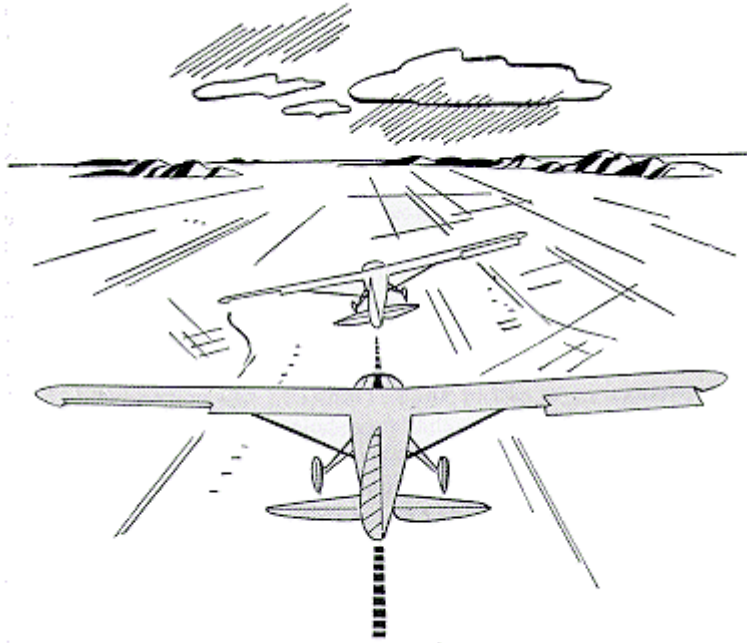


Alettone senza timone: Il pilota inclina l'aereo sulla sinistra, presumibilmente perché vuole virare a sinistra. Non usa il pedale. Il velivolo si inclina a sini-

stra, ma imbarda a *destra*. La "pallina" va tutta a sinistra, il pilota si sente spinto verso il lato sinistro della cabina. Alla fine la virata a sinistra ci sarà, grazie all'inclinazione laterale, ma avrà avuto inizio in modo incerto e scivolando.

Bisogna mostrare all'allievo una forza che disturba l'aeroplano durante la virata, e che deve venire contrastata con il timone. Questa forza è l'effetto di imbardata inversa prodotto dagli alettoni. È contro l'imbardata inversa che noi usiamo il timone durante le virate - contro l'imbardata inversa e nient'altro! Nel momento in cui l'allievo diventa consapevole dell'effetto di imbardata inversa, può vedere chiaramente perché deve usare il timone in virata, quando e quanto.

Abbiamo già illustrato l'effetto di imbardata inversa. È la tendenza degli alettoni a deviare il muso dell'aereo a sinistra mentre lo stanno facendo inclinare verso destra, e verso destra quando l'aereo si piega a sinistra: la tendenza a girare dalla parte sbagliata.



Alettone e timone. Appena usa gli alettoni, il pilota dà pedale. Questo elimina l'effetto di imbardata inversa. La pallina sta in centro. L'aereo si limita ad inclinarsi lateralmente. Una volta inclinato, l'aereo comincia a virare a sinistra per il semplice fatto che è inclinato. Il pilota non ha usato il timone per far girare l'aereo, l'ha usato solo per impedire all'aereo di girarsi dalla parte sbagliata.

Si riscontra questa tendenza in tutti gli aeroplani convenzionali, tuttavia su molti modelli è stata ridotta così bene, almeno per ciò che concerne un volo piuttosto veloce, che un pilota che non ci fa caso potrebbe volare per anni e non essere mai perfettamente consapevole. Le cause dell'effetto sono state esaminate in profondità nel capitolo precedente. Il nostro compito ora è quello di illustrare come esso disturba l'aereo durante la virata.

ENTRARE IN VIRATA

Supponiamo allora che un pilota faccia una virata (per esempio, a destra) senza usare i pedali. Appena dà barra a destra, l'aereo si inclina sulla destra. Appena si trova inclinato a destra, naturalmente tende a virare a destra. Verrebbe quindi fuori una perfetta virata a destra, se non fosse per l'imbardata inversa. Infatti, usando gli alettoni per inclinare l'aereo sulla destra, il pilota produce una forza imbardante contraria che tende a far girare il muso dell'aereo a sinistra! Questa forza ora impedisce all'aereo di entrare in virata sulla destra come dovrebbe e come sarebbe naturalmente portato a fare. Così l'aeroplano è inclinato ma non può virare: scivola invece d'ala sulla destra.

Quanto questo effetto è forte dipende dal tipo dell'aeroplano, e in particolare dal tipo di alettoni di cui è dotato, e anche dal valore dell'incidenza alla quale sta volando. Dipende anche da quanto bruscamente il pilota ha azionato la barra a destra. Alcuni velivoli, soprattutto i più anziani con alettoni non sofisticati, quando vengono portati in volo senza azionare correttamente il timone, non vireranno affatto, ma si limiteranno ad inclinarsi lateralmente e a scivolare d'ala, finché si forza sulla barra. Altri velivoli, soprattutto i più recenti, hanno alettoni concepiti talmente bene che tutto l'effetto è trascurabile, almeno in volo veloce. La maggior parte degli aerei effettivamente virerà, ma esitando e continuando a scivolare un poco, anche mentre virano.

Ogni pilota conosce questa tipica esitazione dell'aereo all'inizio di una virata. E probabilmente ogni pilota si ricorda come nelle sue prime ore di volo l'istruttore si lamentava perché stava scivolando, e gli diceva di dare più piede.

Perché a questo serve il timone in virata: serve per contrastare l'effetto di imbardata inversa. Esso libera l'aereo dall'influenza negativa che gli impedisce di virare dalla parte in cui è inclinato. Quando usiamo il timone all'inizio di una virata, non lo facciamo per far virare l'aereo, non per "far partire" la virata: lo usiamo soltanto per impedire che l'aereo giri dalla parte sbagliata! Il timone, quindi, non è dello stesso rango degli alettoni: è il servo degli alettoni. Usiamo il timone *per il fatto che* stiamo usando gli alettoni.

IN VIRATA

Torniamo ora al pilota che sta facendo la sua virata senza usare il timone. Supponiamo che non faccia caso al ritardo della virata e alla scivolata, e che alla fine si stabilizzi sull'angolo di bank desiderato: diciamo 45 gradi. Nel momento che ha stabilizzato l'inclinazione laterale, non ha più bisogno degli alettoni, così lascia tornare la barra in posizione centrale.² E nel momento in cui lo fa, libera completamente l'aereo dall'imbardata inversa. Ora quindi l'aereo è libero di fare quello che "vuole" fare, cioè virare dalla stessa parte in

² Aspetti importanti e fini sulla manovra della barra e del timone vengono trascurati in questa sede, al fine di far risultare più chiaro il concetto fondamentale.

cui è inclinato. Liberato dall'effetto di imbardata inversa, subito si butta nella virata e la esegue perfettamente!

Tutti i piloti conoscono quel caratteristico cambio di umore dell'aeroplano - come ad un certo punto, quando riportiamo la barra al centro, tutto ad un tratto sembra che voglia mettersi a virare. E a questo punto cosa facciamo col timone? Ora che non c'è più effetto imbardante sull'aeroplano, il timone non serve più. Così, quando neutralizza gli alettoni, il pilota deve neutralizzare anche l'azione sui pedali. Se non lo fa, se continua a dare pedale contro una forza che non esiste più, riuscirebbe solo a disturbare l'aeroplano.

Questo è un errore molto frequente con gli allievi: perché se uno ha l'idea che il timone è il comando che controlla la virata dell'aereo, è naturale che pretenda di continuare a dare piede finché vuole continuare la virata. Probabilmente tutti i piloti si ricordano che nelle prime ore l'istruttore strillava in questa fase della virata. "Stai scivolando! Stai dando troppo piede!" Oppure: "Basta spingere sul timone!"

Questo lo confondeva moltissimo. Quanto timone ci vuole per fare una virata? All'inizio, entrando in virata, l'istruttore diceva che non usava abbastanza timone. Ora, pochi istanti più tardi, ce n'era troppo. Ora possiamo capire quale era il problema: l'allievo non aveva capito a cosa serve il timone. Se avesse capito fin dall'inizio che il solo scopo del timone è di contrastare l'effetto di imbardata inversa dovuto agli alettoni, gli sarebbe stato chiarissimo che, all'inizio della virata, quando gli alettoni lavorano molto, è necessario anche molto piede; mentre quando la virata è stabilizzata, e gli alettoni non fanno praticamente nulla, il timone non è necessario.

PER TERMINARE LA VIRATA

Torniamo ora di nuovo al nostro pilota che sta eseguendo la virata senza usare il timone. Supponiamo che abbia virato abbastanza e che ora desideri tornare al volo rettilineo. Essendo inclinato a destra, ora darà barra a sinistra, in modo da livellare l'aeroplano. Cosa succede? L'effetto di imbardata inversa torna a farsi vivo, ma nel verso opposto: ora il pilota tiene la barra a sinistra, e l'imbardata inversa gli fa girare il muso a destra. Ora che il pilota vuole arrestare la virata a destra dell'aeroplano, l'imbardata inversa glielo spinge ancora più a destra!

Quanto questo effetto possa essere pronunciato dipende ancora dal tipo di aeroplano e in particolare dal tipo di alettoni di cui è dotato; e ancora dipende da come il pilota maneggia la barra. Ci sono aerei che, pilotati in modo brusco, non possono essere fatti uscire dalla virata con i soli alettoni. Ce ne sono altri in cui questo effetto è appena avvertibile. La maggior parte degli aerei, pilotata senza impiegare il timone, riuscirà a livellare e ad arrestare la virata ma lo faranno a fatica e lentamente, sbandando, imbardando e scivolando.

Ogni pilota conosce queste caratteristiche dell'aereo: appena diamo barra, anche solo un poco, dalla parte alta, dando

alettone per livellare, il muso comincia a girare sull'orizzonte con improvvisa premura. Ed è contro questa fretta che ha di girare che noi usiamo il timone per uscire dalla virata. Noi non lo usiamo, in senso stretto, per "arrestare" la virata o per "aiutare la virata ad arrestarsi": la virata si arresta livellando l'aeroplano. Noi lo usiamo per eliminare la tendenza *aggiuntiva* a virare che viene subito generata dall'uso degli alettoni: anche in questo caso, il timone è interamente al servizio degli alettoni, e viene usato *perché sono usati gli alettoni*.

Questo per quanto concerne l'uso del timone in virata: esso è usato, in sintesi, per evitare che l'effetto di imbardata inversa faccia girare l'aeroplano. L'intera procedura di virata è descritta più dettagliatamente altrove. In questa sede, un'altra cosa deve diventare chiarissima a proposito dell'uso del timone. Bisogna impiegare il timone contro l'effetto di imbardata inversa non solo all'inizio e alla fine delle virate, ma in ogni momento.

LA COORDINAZIONE

Infatti noi usiamo gli alettoni non solo quando vogliamo virare e quando vogliamo uscire da una virata, ma li usiamo pressoché continuamente anche in volo rettilineo, a meno che l'aria non sia perfettamente immobile. Tutte le volte che una raffica fa cadere questa o quell'ala, noi livelliamo l'aereo usando gli alettoni. E ogni qual volta gli alettoni vengono impiegati, per quanto leggermente, causano un'imbardata inversa, e tutte le volte che c'è un'imbardata inversa l'aereo non vola perfettamente ma scivola o imbarda leggermente; per queste ragioni, per volare perfettamente, anche la più piccola pressione sugli alettoni deve essere accompagnata dalla pressione dei piedi sui pedali. *Tutti due insieme* è la regola per volare bene.

Ci dobbiamo convincere che l'imbardata inversa esiste veramente e che veramente disturba il volo dell'aeroplano in modo significativo. Un modo per convincersi è volare in aria piuttosto turbolenta senza usare il timone: il muso imbarderà continuamente. E se guardiamo un'ala all'esterno, osservando il moto relativo dell'estremità alare rispetto al terreno, vedremo le imbardate anche più chiaramente; come per un momento la punta dell'ala sembra fermarsi, per poi balzare nuovamente in avanti, invece di scorrere con continuità nell'aria come dovrebbe. Nel momento in cui ci mettiamo a lavorare di piedi e azioniamo barra e timone "tutti due insieme", questo balzare avanti e indietro finisce.

L'effetto di imbardata inversa può essere osservato chiaramente anche quando si rulla contro un vento piuttosto forte. È possibile dirigere un aereo a terra sfruttando l'imbardata inversa. Se vogliamo girare a sinistra, diamo barra a destra; ora, a terra, col velivolo che sta sulle sue due ruote o sui galleggianti, gli alettoni non possono inclinarlo lateralmente; però l'effetto di imbardata inversa può far girare l'aereo dalla

parte "sbagliata", cioè a sinistra. Questo è un trucchetto importante per dirigere un idrovolante in acqua.

IL TIMONE AUTOMATICO

I fratelli Wright sapevano a cosa serve il timone. Essi avevano immaginato l'intero aeroplano in modo più definito di quanto molta gente anche oggi sospetti. Sapevano che un aeroplano non poteva virare bene con il timone, ma che doveva essere fatto virare inclinandolo di lato e sostenendolo con l'equilibratore. Il loro primo veleggiatore non aveva timone! Però essi scoprirono per presto l'imbardata inversa: quando per la prima volta tentarono di inclinare l'aereo sulla destra, ottennero di girare a sinistra, e di precipitare. Allora i fratelli Wright inserirono un timone, ma essi avevano capito la natura del timone meglio di quanto non lo abbiano fatto a tutt'oggi molti aviatori. Essi sapevano che era soltanto un dispositivo per contrastare l'effetto di imbardata inversa. Essi collegarono meccanicamente il timone con il comando degli alettoni. In questo modo dando alettone destro si azionava sempre e contemporaneamente anche il timone a destra; con alettone sinistro, timone a sinistra; con alettoni neutri, timone al centro. Quel che noi ora chiamiamo "coordinazione di alettoni e timone", quel su cui spendiamo lunghe ore di addestramento, senza come mostra il numero degli incidenti - impararlo mai abbastanza bene, era ridotto ad un dispositivo meccanico!

Le ultime tendenze progettuali tornano indietro alla stessa intuizione. Nel moderno aeroplano sicuro, sperimentato con successo da Fred E. Weick, il timone viene ancora una volta collegato meccanicamente allo stesso volantino che muove anche gli alettoni - e ancora una volta non esistono i pedali! Questo aereo ha la corsa dell'equilibratore limitata, in modo da non poter stallare malamente; per questa ragione non necessita di un timone indipendente che garantisca il controllo negli stalli e nelle viti; non ha "torsione", quindi non necessita dell'azione di un timone indipendente solo per mantenerlo diritto. Ha un carrello a triciclo con ruota frontale sterzabile, quindi non ha bisogno del timone per essere controllato a terra. In virtù del suo carrello a triciclo, può toccare terra con vento al traverso anche con un po' di deriva laterale; quindi non serve un timone per scivolare d'ala. Quando su questo aereo il pilota aziona gli alettoni, il timone entra contemporaneamente in azione. Tutte le volte che il pilota neutralizza gli alettoni, anche il timone torna al centro. Questo velivolo è quindi costruito sul concetto lampante che il solo scopo del timone è quello di contrastare l'effetto di imbardata inversa prodotto dagli alettoni. E un tale aereo esegue virate perfettamente coordinate, e si "coordina" perfettamente anche in volo rettilineo in aria turbolenta. In volo molto veloce, quando l'effetto di imbardata inversa degli alettoni è leggerissimo, può sbandare leggermente per l'azione eccessiva del timone; nel volo molto lento, quando l'imbardata causata dagli alettoni è pronunciata, può imbardare un po' per l'insufficiente azione del timone. Ma la sperimentazione ha comprovato che anche il

pilota più esperto, alla lunga, non riesce a coordinare bene come un aereo del genere, e che occasionalmente produrrà scivolate e imbardate molto più di un simile aereo a "due controllori"; e naturalmente l'azione di controllo di un aereo del genere è infinitamente migliore di quella di un pilota mediocre o spaventato o confuso e affaticato.

Questo comprova che l'unico vero scopo del timone è contrastare l'effetto di imbardata inversa prodotto dagli alettoni. Alcuni progettisti si spingono anche più in là. Si possono progettare degli alettoni che non producono praticamente alcun effetto imbardante; quindi noi dovremmo essere in grado di cavarcela non solo *senza i pedali* del timone, ma proprio *senza il timone*: senza alcuna superficie verticale mobile sulla coda. Una leggera tendenza ad imbardare potrebbe rimanere, ma potrebbe venire facilmente eliminata dal piano fisso di deriva - se questa è sufficientemente grande e la coda è sufficientemente lunga. Con questa formula il Prof. Koppen del M.I.T. ha costruito aerei sicuri senza timone che "coordinano" benissimo; e si spinge a dire a proposito del timone che "l'unico scopo del timone è quello di coprire gli errori del progettista".

Esistono soltanto quattro manovre che un pilota può eseguire su un aeroplano: la virata, il volo rettilineo e livellato, la discesa e la salita. Tutte le altre manovre, per quanto difficili, per quanto complesse, per quanto importanti possano essere, sono soltanto variazioni o combinazioni delle quattro fondamentali.

Questo non è un inutile concetto teorico. E' la dottrina ufficiale che governa l'intero programma addestrativo al volo di oggi. Ad esempio, se l'allievo pilota ha difficoltà con l'atterraggio, oggi non viene più lasciato a fare atterraggi finché alla fine non gli riescono, come lui vorrebbe fare, o come usava fare nell'addestramento al volo solo pochi anni fa. Si torna invece alla pratica dei fondamentali, in questo caso alla pratica delle planate e degli stalli, che potrebbero forse essere definiti come un tipo di discesa. Questo perché gli istruttori si sono accorti che, se la padronanza dell'allievo riguardo ai fondamentali è sufficientemente acquisita, gli atterraggi gli riusciranno quasi al primo tentativo e richiederanno una pratica sorprendentemente ridotta. In linea generale, se l'allievo ha difficoltà con qualche manovra, l'odierno istruttore di volo sospetterà che il problema è in qualche lacuna nella comprensione dei fondamentali da parte dell'allievo.

Questo può gettare un po' di luce anche sul vero scopo delle cosiddette "manovre avanzate": la candela, l'otto lento, l'otto fra i piloni e così via. All'allievo alla scuola di volo, queste manovre a volte sembrano essere l'essenza stessa del volare, ma l'istruttore sa bene che esse non sono tanto importanti in sé, ma sono soltanto esercizi con i quali sviluppare una migliore padronanza dei quattro fondamentali, e prove per portare alla luce delle lacune nella tecnica dell'allievo riguardo alle virate, alle salite, alle discese e così via, lacune che potrebbero altrimenti rimanere nascoste e causare problemi in alcune situazioni pratiche di volo. Per esempio, lo scopo ultimo della candela (quella combinazione piuttosto furba di salite e virate) è alla fine soltanto quello di mettere in condizione l'allievo di fare una buona virata e una buona salita. Ragion per cui questo libro non prenderà in esame la candela, l'otto lento, l'otto fra i piloni; ma esaminerà invece direttamente le cose che quelle manovre cercano di insegnare, cioè i quattro fondamentali del volo.

Si potrebbero fare delle eccezioni circa l'idea dei quattro fondamentali. Per esempio, uno dei capitoli seguenti dimostrerà che il volo rettilineo e livellato in realtà non è che una serie di virate ad "S", appena accennate. Si potrebbe sostenere che ci sono fondamentalmente solo due cose da imparare per controllare un aeroplano: come si va una virata e come si vola a incidenze diverse, comprendendo quindi stalli e avvita-menti. Tuttavia, nell'intento di rendere questo libro più utile per chi legge, viene qui accettata la dottrina ufficiale dei "quattro fondamentali": la virata, il volo rettilineo e livel-

lato a velocità di crociera e la discesa. Per quanto concerne la salita, diversi fatti importanti si trovano al Capitolo 19 sulle Velocità di Esercizio dell'Aeroplano. Per quanto concerne le fasi del volo ad alta incidenza, la discesa con assetto cabrato, lo stallo, la vite, abbiamo cercato di fornire alcune spiegazioni nei primi capitoli del libro.

Come si comportano pilota e aeroplano durante la virata?

Le statistiche dimostrano che si comportano male. Una accurata analisi degli incidenti (trattata in altra parte del libro) dimostra che noi piloti, globalmente intesi, semplicemente non sappiamo come si gira a destra o a sinistra. Quasi tutti gli incidenti mortali sono causati da perdita di controllo durante una virata! E questo nonostante il fatto che nel primo centinaio di ore di addestramento al volo dell'allievo, almeno 50 siano dedicate ad insegnargli come si fanno le virate; dato che le cosiddette manovre addestrative "avanzate" - come candele, otto lenti, otto fra i piloni - altro non sono che esercizi di virata a destra e a sinistra. Potrà sembrare strano, addirittura incredibile: immaginate un autista che alla fine non sa girare a destra o a sinistra con un'automobile, immaginate un contadino che si confonde fra "gee" e "haw"¹.

C'è da dire però che il volo è un'arte.

Immaginiamo di cominciare chiedendo al nostro fratellino coma si fa una virata. Lui ha letto un bel po' sugli aerei; ha girato per gli aeroporti. Ha preso il diploma di perito aeronautico. Dovrebbe saperlo.

L'IDEA DELLA VIRATA FATTA COL TIMONE

Ecco cosa vi dirà: il comando che fa virare l'aereo è il timone; ecco la ragione per cui un aereo ha il timone, stupido! A parte il fatto che si comanda con i pedali, il timone dell'aereo si usa esattamente come lo sterzo dell'automobile. Quando vuoi girare a sinistra, spingi col piede il pedale sinistro, rilassando contemporaneamente la gamba destra per lasciare che il pedale destro torni indietro. Più vuoi virare stretto, più devi spingere a fondo col piede; e finché vuoi virare tieni fermo il pedale in quel modo; quando alla fine vuoi tornare ad andare dritto, lascia tornare i due pedali in posizione neutra, e la traiettoria dell'aeroplano tornerà rettilinea.

Naturalmente questa non è tutta la storia del nostro fratellino. Dopo ci spiegherà l'angolo di bank, ossia l'inclinazione laterale. Fortunatamente, ci dirà, l'aeroplano (che non corre goffamente sulle quattro ruote su una strada piatta) può venire inclinato lateralmente mentre vira - così come si piega una bicicletta o una moto - ed è bellissimo! Se fai una virata stretta, a volte ti trovi praticamente in verticale. Ragazzi, è uno sbalzo; e anche se sembra pericoloso, non c'è da preoccuparsi. Di fatto, poiché l'aereo è così veloce e l'aria così rarefatta, bisogna inclinare l'aereo ad ogni virata, altrimenti sbanderà mantenendo la vecchia direzione anche

¹ Si tratta dei versi che si usavano per far partire o arrestare il cavallo. La cosa non è traducibile, a parte il fatto che la guida dei cavalli non è più esperienza così comune. [N.d.T.]

se il muso punta in quella giusta, proprio come fa una macchina che gira troppo in fretta su una strada scivolosa.

E ci dirà anche come si fa ad inclinare l'aereo: si sposta la barra dalla parte in cui ci si vuole piegare. Più ti vuoi piegare, ci dirà, più devi spostare la barra, e la devi tenere così finché vuoi restare inclinato. Quando porti la barra di nuovo al centro, l'aereo drizzerà le ali.

E alla fine, ci dirà anche come "coordinare" barra e timone. Se ti senti sbandare all'esterno, dirà, vuol dire che stai usando troppo timone e non sufficiente alettone; stai girando con poca inclinazione, e serve più alettone. Se ti senti scivolare all'interno, dirà, vuol dire che stai usando troppo alettone e troppo poco timone e sei troppo inclinato per la curva che stai facendo, e ci vuole più timone.

È proprio una bella teoria. È semplice, diretta, e calza perfettamente. Però non è una buona teoria. Fa radiare parecchia gente dai corsi di volo dell'Esercito e della Marina, perché se la seguissimo, non saremmo mai in grado di coordinare correttamente i comandi. Causa anche molti incidenti, perché, se la seguissimo, ci troveremmo spesso ad eseguire le virate, specialmente quelle strette, con i comandi disposti per entrare in vite. E se si tengono i comandi predisposti per la vite abbastanza spesso, è solo questione di tempo prima che un bel giorno la vite si faccia davvero.

Ecco cosa c'è di sbagliato in questa teoria: essa è costruita sull'idea sbagliata che l'aereo viri grazie al timone. Molti guai, piccoli, grossi o mortali, che hanno i piloti in virata possono essere ricondotti a questo concetto, che il timone sia il comando che fa virare l'aereo, che una virata su un aereo possa essere eseguita solo azionando il timone.

Sfortunatamente, questa idea della virata col timone è dura a morire. Si rigenera sempre. Viene spesso usata per spiegare i comandi dell'aeroplano ai ragazzi delle medie superiori o ai lettori delle riviste non specializzate, semplicemente perché è facile da capire per scrittori e lettori che non volano, per docenti e scolari. Essa si ricrea anche nella testa dei piloti, anche dopo che questi avrebbero dovuto capire bene il tutto. Questo capita perché si può usare il timone, apparentemente con successo, per "sterzare" l'aeroplano, per fare cioè piccole variazioni di direzione, in volo livellato. Come illustrato altrove, questa è una tecnica sbagliata per volare dritti; tuttavia è fortemente praticata, e se si impiega il timone 30 volte al minuto per dirigere l'aereo un po' più a destra e un po' più a sinistra, si è poi portati a usarlo anche quando vogliamo dirigere parecchio più a destra e parecchio più a sinistra!



Il timone produce un'imbardata, non una virata. Al punto 2, il pilota dà pedale: al punto 4 sta ancora viaggiando nella vecchia direzione! Il volo in sbandata laterale è uno dei due significati del termine "imbardare". Anche ai punti 5 e 6 il cambiamento di direzione è pigro e in sbandata. *Non illustrato*: quando l'aereo imbarda, l'ala sinistra si alza, e la destra si abbassa: una volta inclinato lateralmente, il timone imbarda il muso verso terra: così il risultato finale dell'uso del timone non sarà neppure la virata pigra e scordinata illustrata qui, ma un'affondata a spirale!

Il timone *non è*, come abbiamo spesso ripetuto, il controllo direzionale dell'aeroplano. *L'aeroplano non ha alcun controllo direzionale*. La direzione del volo si cambia per mezzo di una manovra complessa, e impiegando diversi comandi secondo una definita sequenza temporale. Questo delicato movimento che si riesce a far fare all'aereo è la virata, che rappresenta una buona metà dell'arte di pilotare.

Ma il timone non produrrà *mai* una virata. Non può "far partire" la virata, e neppure "contribuire a far iniziare la virata". Non può arrestare una virata né contribuire ad arrestarla. Il solo effetto che il timone può produrre è l'imbardata, e l'unico effetto che può arrestare è sempre l'imbardata. Imbardata, in questa accezione, significa praticamente sia scivolata verso l'interno che sbandata verso l'esterno. Il muso dell'aereo è deviato da una parte o dall'altra, mentre la traiettoria di volo rimane sostanzialmente invariata, in modo che l'aereo scivola nell'aria leggermente di traverso. L'imbardata non è la virata. La virata, una curva bella e pulita della traiettoria di volo senza sbandate o scivolate, non può essere prodotta dal timone, ma è ottenuta in tutt'altro modo. Il timone è sostanzialmente superfluo ai fini della virata. Alcuni aerei non hanno neppure un timone, ma solo un piano di deriva fisso, eppure virano. E neppure gli uccelli hanno il timone!

Diventerà tutto chiaro se uno avrà pazienza di continuare a leggere. Ma prima dobbiamo eliminare l'idea che si gira col timone. Solo quando l'avremo fatto la mente del lettore potrà essere davvero ricettiva alla storia di come veramente vira l'aeroplano.

COSA SUCCEDA SE SI TENTA DI VIRARE COL TIMONE

C'è un legame stretto fra la santità e il peccato; vale sempre la pena di comprovare con prove pratiche che la trasgressione non paga, e perché. Supponiamo di voler scoprire, nel volo reale, cosa succede se cerchiamo di far virare l'aeroplano col solo timone.

In volo rettilineo e con le ali livellate, diamo un po' di piede destro, senza toccare la barra con le mani. All'inizio la cosa funziona bene. Otteniamo una curva verso destra: abbiamo anche un po' di sbandamento sulla sinistra, ma a meno di non usare il timone in modo eccessivo, questo sbandamento non dà nessun fastidio. Perché l'aeroplano, essendo dotato di una sua

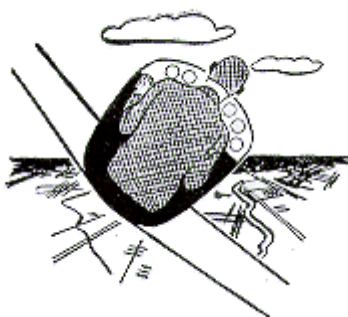
propria volontà, cercherà di arrestare la sbandata inclinandosi sulla destra. Il muso si abbassa leggermente, e la velocità indicata aumenta un poco, ma non abbastanza da dar fastidio.

Fin qui, tutto bene. Se a questo punto rilasciassimo i pedali, otterremmo d'ora in avanti una virata abbastanza dolce ed elegante: avremmo soltanto iniziato quella virata in modo scordinato e brusco. Ma, per il nostro esperimento, continuiamo a dare leggermente piede destro, e stiamo a vedere.

Ci troviamo ora leggermente inclinati di lato: il lato destro volge verso il terreno, il sinistro verso il cielo. Ora, quando il timone "fa girare" il muso, non lo fa più deviare piatto lungo la linea dell'orizzonte, come quando le ali erano livellate: ora "far girare" significa anche leggermente verso terra. Il muso va giù, la velocità aumenta, e noi cominciamo a perdere quota. Nello stesso tempo, la sbandata verso l'esterno continua, e l'aereo continua a cercare di arrestare questa sbandata inclinandosi di lato sempre di più.

Più l'aereo si inclina, più viene accentuato l'effetto ora descritto. Nel momento in cui l'angolo di bank ha raggiunto i 45 gradi, la deviazione prodotta dal timone verso la terra eguaglia quella in senso orizzontale. A questo punto quasi certamente afferreremo la barra, perché la velocità indicata comincia a crescere sul serio. Se continuassimo a dare ancora pedale, ecco cosa capiterebbe: il velivolo continuerebbe ad accentuare l'inclinazione laterale, e inclinandosi ulteriormente, sarebbe sempre più diretta verso terra l'azione deviante del timone. Molto rapidamente ci troveremo in una discesa a spirale ripida e velocissima, e, continuando (ammesso che sia rimasta della quota) raggiungeremo una posizione oltre la verticale, a testa in giù, precipitando a spirale.

La cosa è alquanto negativa, e prova che quel il timone produce non è una virata, ma qualcos'altro. Questo è tuttavia solo un esperimento ipotetico: quello che succede davvero nel volo vero e proprio è meno spettacolare ma molto più pericoloso. Il pilota non lascia che si sviluppi una discesa a spirale.



In una virata a destra, "destra" significa anche "verso terra", mentre "sinistra" significa "verso il cielo". "In su" significa, per il pilota, quel che significherebbe "un po' sulla destra" per un osservatore fermo a terra. Ecco perché i comandi dell'aereo non funzionano come uno potrebbe aspettarsi a prima vista, e neanche "a seconda vista"!

Appena si accorge che il muso punta verso terra, il pilota comincia a tirare indietro sulla barra per tenere su il muso. Fa

così perché non capisce che è lui stesso che sta timonando il muso verso la terra; se lo capisse, lascerebbe andare il pedale. Inoltre, il pilota soffre dell'illusione che l'equilibratore sia il comando per far salire l'aereo in "su" intendendo con questo la direzione del cielo. In breve, è totalmente confuso, anche se gli pare di far bene.

Tutto quel che riesce veramente a fare con la pressione all'indietro sulla barra è forzare l'aereo ad un'elevata incidenza, rallentandolo e portandolo più vicino allo stallo. Nello stesso tempo, l'imbardata elimina parte della velocità rispetto all'aria. Sempre nello stesso tempo, il pilota dà molto alettone verso l'alto (a sinistra in una virata a destra), perché si accorge che l'aereo tende ad accentuare l'inclinazione laterale. Un po' di questa tendenza ad accentuare l'inclinazione laterale sarebbe presente anche in una virata ben eseguita; ma la gran parte di questa è dovuta semplicemente al fatto che il pilota continua a dare piede, perché il timone causa una continua imbardata verso sinistra, e l'aereo risponde a questo sbandamento cercando di inclinarsi a destra.

L'azione sull'alettone del pilota, tuttavia, ora determina un effetto di imbardata inversa che devia il muso ancor più alla "destra" rispetto al pilota, che, a causa dell'inclinazione laterale, significa anche verso terra. Questo, nuovamente, aumenta la necessità, nella testa del pilota, di tirare la barra indietro per sostenere il muso, lontano dalla terra.

In questo modo quell'idea della virata col timone alla fine conduce il pilota ad imbarcarsi in una virata a destra dando piede destro, tenendo contemporaneamente la barra nell'angolo posteriore sinistro della cabina: proprio così si esegue la vite!

Come mai questa disposizione di barra e pedaliera inducono ad un avvistamento? Consideriamo prima di tutto cosa esattamente è una vite. Una vite non è altro che uno strano stallo: da una parte l'aeroplano è in stallo, mentre dall'altra no; quindi l'aereo precipita avvolgendosi su sé stesso. Ricordiamoci, adesso, che la causa diretta ed immediata di ogni stallo non è la "mancanza di velocità", o l'aver "il muso troppo in alto", ma volare con angolo di incidenza troppo elevato. E l'angolo di incidenza a cui vola l'aeroplano è determinato dalla posizione in senso longitudinale della barra: più è arretrata la posizione in cui il pilota tiene la barra, maggiore è l'incidenza. Così, quando il pilota tira la barra sempre di più per non lasciare cadere il muso verso terra, egli sta forzando l'aereo a volare ad incidenza sempre maggiore, portandolo sempre più vicino all'incidenza di stallo.

Ricordiamoci ora della natura traditrice degli alettoni. Gli alettoni sono dei dispositivi per aumentare o diminuire l'incidenza delle estremità alari. Quando il pilota tiene la barra tutta a sinistra, nel tentativo di evitare che il velivolo si inclini troppo sulla destra, quello che veramente fa è portare l'estremità dell'ala destra ad un valore elevatissimo di incidenza. Ma, dato che la barra è tutta indietro, e che l'intero aeroplano si trova già ad elevata incidenza, questa

incidenza aggiuntiva dell'estremità alare può stallare l'ala stessa, e, quando lo farà, l'aereo cadrà in vite sulla destra.

A volte la storia è un po' più complessa. Può capitare che l'alettone non produca subito uno stallo, ma soltanto un fortissimo effetto di imbardata inversa che devia il muso ancora più vistosamente a destra, essendo sempre la "destra" anche la direzione verso il terreno: ingannando il pilota che tirerà la barra ancor più indietro e stallando così l'aereo. Se capita questo, l'aeroplano può entrare in vite rovesciato, cioè impennarsi un istante, eseguire un'inversione in verticale e cadere in vite sulla sinistra. In ogni caso, comunque, se è stata fatta una virata brusca col solo timone, e se è stata continuata abbastanza a lungo, solo un aereo estremamente paziente non entrerà in vite.

Provateci una volta o l'altra, e ve ne convincerete!

E UN BEL CALCIO AL PEDALE INTERNO?

L'allievo pilota non è un pazzo. Appena esegue la sua prima virata con la supervisione di un istruttore, scopre subito che la teoria del suo fratellino sulla virata con il timone non funziona. Di fatto, questa è una delle sue prime grandi scoperte sul volo.

Egli scopre che, quando usa alettoni e timone all'inizio di una virata, entrambi i comandi sembrano diventare come superflui. Una volta inclinato lateralmente, l'aereo sembra stabilizzarsi in quell'inclinazione senza che vi si debba obbligarlo con gli alettoni! Di fatto, esso tende ad accentuare la propria inclinazione laterale per conto suo, e lo si deve trattenere dal farlo con una precisa e costante pressione sull'alettone opposto, ossia verso sinistra in una virata a destra. Una volta in virata, l'aereo sembra mantenere la virata senza ulteriore bisogno di dare pedale! Di fatto, a volte può mettersi in virata a sinistra (specialmente se è una virata in salita) con un po' di piede destro. Sembra che sia barra che timone potrebbero essere portati al centro, e il velivolo continuasse non ostante ciò ad eseguire la sua virata. L'allievo scopre anche che durante la virata deve tirare la barra all'indietro per impedire al muso di cadere verso il basso. Questo fatto non veniva contemplato nella teoria del suo fratellino, e l'allievo non ha un modello mentale in proposito.

E alla fine scopre che, alla fine della virata, quando vuole riprendere a volare rettilineo, può arrestare la virata solo usando barra e timone nella direzione opposta - piede destro e barra a destra per uscire da una virata a sinistra.

Tutto questo è quel che scopre l'allievo, o piuttosto quel che comincia a scoprire; il guaio è che quando i dati di fatto non coincidono con le nostre idee, noi di solito tralasciamo i dati di fatto - e lo facciamo soprattutto per aria, dove è spesso così difficile scoprire quali siano veramente i dati di fatto, e dove spesso i fatti sono così lontani dall'usuale.

E il modo in cui si comporta il timone in virata è strano, se si pensa al timone come al comando per eseguire le virate. È come se la nostra automobile, dopo aver fatto una curva, conti-

nuasse a girare anche se riportassimo il volante in posizione centrale, e si rifiutasse di tornare ad andare diritta dopo una curva a sinistra finché non girassimo il volante tutto a destra. Non può essere vero, pensa l'allievo.

Cercando di tener salda l'idea che il timone è quello che determina la virata, ecco come di solito immagina che vadano le cose: il velivolo è pigro, ragiona. Ci vuole un po' di spinta extra per farlo virare. Questa extra spinta gli viene data da un calcio piuttosto pronunciato col timone all'inizio. Una volta in virata, tuttavia, l'aereo tende a rimanervi per la stessa inerzia, e continuerebbe a volare più o meno per sempre, finché alla fine non gli diamo una bella spinta dall'altra parte per fermarlo, essendo questa spinta un calcio sul timone dalla parte opposta alla fine della virata.

Questa è la teoria del volo con il "piede dentro la virata". Essa è una derivazione della teoria della "virata col timone", una rifinitura di questo errore pericoloso piuttosto che una teoria del tutto nuova: in questa teoria la virata è sempre generata dal timone, soltanto le modalità e la sequenza dei tempi è diversa. Questa teoria è popolare non solo fra gli allievi piloti, ma anche fra piloti che dovrebbero conoscere meglio come stanno le cose. Alcuni istruttori senza dubbio protesteranno che non insegnano niente di così grezzo come un calcio al timone. "Non scalciare mai sul timone" dicono compunti. "Esercita una pressione". Ma questa è solo questione di vocabolario: rimane il fatto che nella sua testa il pilota usa il timone "per iniziare la virata".

Bene, si potrebbe dire, forse la ragione per cui molti piloti hanno una tale opinione, è dovuta al fatto che la teoria funziona. Non deriva da concreti elementi che si osservano nella pratica? Non è il modo in cui piloti bravi e dolci sui comandi di fatto usano barra e timone? È vero, uno può volare per anni in questo modo e non mettersi mai nei pasticci. Ma è questo che renda la teoria pericolosa. Se venisse fuori una vite tutte le volte, sarebbe stata abbandonata da un pezzo. Essa sopravvive perché in apparenza funziona abbastanza bene. Ma è sbagliata, e causerà dei guai, specialmente in virate fatte in fretta, all'improvviso, bruscamente, quando si è affaticati, in emergenza. Ricordiamocelo, troppi piloti muoiono, e quasi sempre a causa di una vite in virata. Questo succede perché troppi piloti, quando fanno una virata, non sanno quel che stanno facendo veramente.

COME VIRA L'AEROPLANO?

Ora che abbiamo capito che un aereo non vira grazie al timone, potremo avere la testa libera per assimilare la storia di come fa un aereo a virare. La storia è parecchio complicata, e richiede un energico sforzo mentale per essere compresa. Moltissima gente morirebbe piuttosto che pensare; questo libro è scritto per gli altri, e noi partiamo da questo dato.

Prima di tutto, la definizione: *Un aeroplano vira inclinandosi di fianco e sostenendosi con una pressione verso l'indietro della barra.*

L'abbiamo fatto spesso, nelle virate strette. Tutti siamo passati per una fase in cui questa era tutta la tecnica per virare stretto che avevamo: il ben noto sistema "gira e tira" per fare delle virate in verticale² in cui prima ci inclinavamo lateralmente in un accentuatissimo angolo di bank, senza curarci della scivolata che ne derivava, quindi strattonavamo indietro la barra e ci affondavamo nel sedile fino a sentirci storditi. È una maniera brusca di fare una virata, e non è neppure approvata, perché dimostra mancanza di coordinazione. Però funziona; è fondata sull'idea giusta.

È un peccato, però, che non possiamo invertire la solita procedura e insegnare ad un allievo le virate strette prima di quelle normali. Probabilmente l'accelerazione e l'assetto inusuale gli darebbero troppo fastidio, e probabilmente volerebbe in modo così scordinato che l'istruttore dovrebbe sempre intervenire. Però questo gli darebbe l'idea giusta della virata di un aeroplano più di quanto non possa fare qualsiasi spiegazione.

Per farci un'idea, andiamo a volare, uno di questi giorni, per un quarto d'ora e proviamo gradualmente a passare da una serie di virate strette a delle virate dolci. Quello che è così lampante quando siamo girati di quasi 90 gradi e tiriamo la barra indietro, continua ad essere vero anche in una virata a 45 gradi. Quello che è vero in una virata a 45 gradi, è vero anche in una virata a 30, e così via fino alle virate più dolci. Con la percezione delle cose in questo ordine, non arriviamo mai ad un punto in cui ci chiediamo se per caso c'è qualcos'altro (per esempio il timone) che fa virare l'aeroplano: è solo l'inclinazione laterale, più la pressione all'indietro sulla barra. E vero che, facendo virate più dolci, l'idea che ci corichiamo su un fianco e che ci teniamo su attaccandoci alla barra diventa più debole, ma così si fanno anche le virate più lievi: quando la virata diventa ampia, e si vira di meno. Se ci incliniamo di lato solo un po', e diamo solo una leggera pressione indietro sulla barra, otteniamo solo una virata timida, graduale; e, viceversa, se vogliamo una virata dolce, è sufficiente dare solo un po' di inclinazione laterale e solo un po' di pressione indietro sulla barra. In nessun caso, tuttavia, c'è bisogno del timone.

PERCHE' UN AEROPLANO VIRA?

Una volta che abbiamo imparato a "sentire" la virata, magari vogliamo anche una spiegazione: Perché l'aereo vira?

Ecco la definizione: *Un aeroplano vira perché le ali lo sospingono in alto e lateralmente, e la coda si mette al vento.*

Quello che fa virare l'aereo è la forza delle ali, o, più precisamente, la forza creata sulle ali dell'aeroplano dall'impatto con l'aria: la stessa forza che lo sostiene. Questa forza viene comunemente chiamata "portanza", ma la parola "portanza" suggerisce a molti piloti (erroneamente) una forza

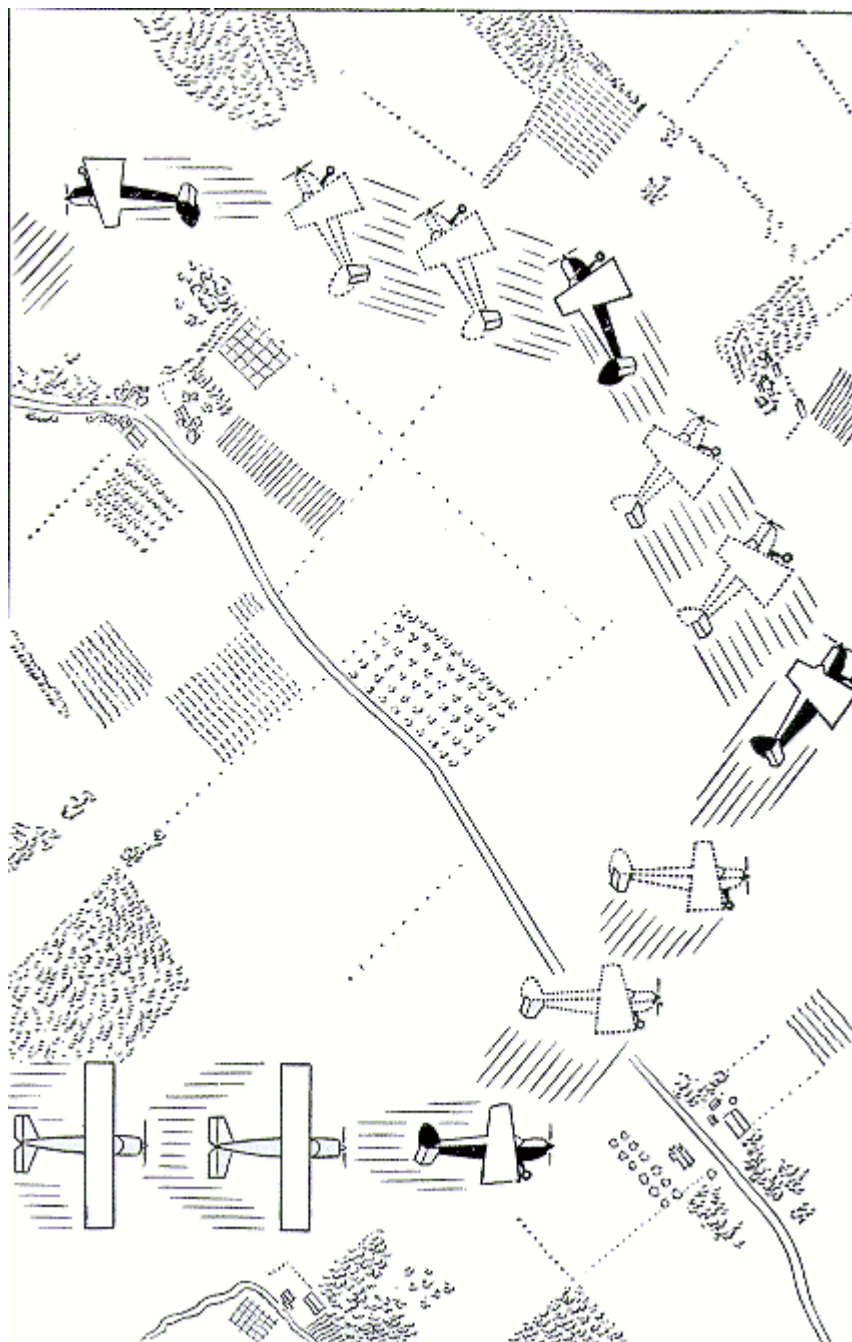
² Nel testo originale "verticals" ossia virate con angolo di bank di 90 gradi.

che agisce sempre verso l'alto³. Di fatto, quella che gli ingegneri chiamano portanza non agisce necessariamente verso l'alto. Essa agisce in direzione normale a quella del vento apparente, quindi può agire verso l'alto, verso il basso o lateralmente o leggermente in avanti, in funzione della direzione con la quale il vento apparente impatta l'aeroplano, e dall'assetto dell'aeroplano. Ma noi qui vogliamo evitare quel tipo di discussione alquanto sterile che spesso passa per "Teoria del Volo" e che non spiega veramente i fenomeni, ma si limita ad assegnare loro dei nomi, preferibilmente derivati dal latino. In questa nostra analisi, limitiamoci a chiamare questa forza semplicemente la "forza delle ali", ed assumiamo per semplificare che essa agisca perpendicolarmente alle ali⁴. Così, se le ali sono livellate, la forza delle ali è diretta verticalmente verso l'alto. Se le ali fossero rovesciate, come lo sono alla sommità di un "looping", la forza delle ali sarebbe diretta verticalmente in basso verso la terra. Se le ali fossero una in alto e una in basso esattamente in verticale, la forza delle ali agirebbe lateralmente, parallela all'orizzonte.

Quindi in volo rettilineo, quando le ali sono livellate, la forza delle ali tiene semplicemente su l'aereo, opponendosi alla forza di gravità. Ma se incliniamo lateralmente l'aereo, facciamo ruotare nello stesso modo la direzione della forza delle ali. Con l'aeroplano inclinato sulla destra di un angolo di bank di 45 gradi, la forza delle ali non è più diretta verso l'alto, ma è ruotata anche lei di 45 gradi sulla destra. Quindi non tiene soltanto l'aereo in su, ma lo devia anche verso destra. Quello che fa eseguire correttamente una virata, invece di un movimento di traverso, è l'impatto dell'aria con la coda del velivolo.

³ Il termine *lift* in inglese significa in effetti il sollevare, l'innalzare. L'ascensore si chiama appunto "lift". In italiano il termine "portanza" non contiene un'accezione così marcata di sforzo diretto verticalmente in alto [N.d.T.].

⁴ Un ingegnere potrebbe obiettare che la forza aerodinamica che agisce su di un'ala non agisce necessariamente perpendicolare ad essa. Però concorderebbe sul fatto che per questa analisi la nostra semplificazione non introduce elementi di errore.



Un aereo vira perché è inclinato. La vista nella figura è dall'alto in basso. L'aeroplano non è in picchiata o in un looping, ma sta volando livellato a 45 gradi di bank. La spiegazione è nel riquadro.

La coda dell'aereo, mettendosi al vento come quella di una freccia, non si mette di traverso nell'aria, ma ruota come una banderuola, dirigendo l'aereo verso la direzione del vento apparente prodotto dal suo stesso movimento. Quando la forza delle ali devia l'aeroplano di lato sulla destra, la coda è sospinta a sinistra, quindi il muso ruota a destra e l'aereo vira correttamente inclinato.

Questa, naturalmente, è una sequenza "esplosa", essa considera un certo numero di eventi che avvengono simultaneamente e li divide in una sequenza passo-passo. In realtà, la forza delle ali comincia a tirare l'aereo lateralmente fin dal primo

istante in cui questo è inclinato anche di una frazione infinitesima; e di fatto la scivolata laterale dell'aereo non fa in tempo a svilupparsi, perché la coda impedisce che questa di sviluppi: la coda comincia a dirigere l'aereo verso la direzione del vento appena compare la benché minima tendenza dell'aereo stesso a mettersi di traverso nell'aria. Non è necessario che si verificasse una vera e propria scivolata prima che l'aereo viri, dopo che esso è stato inclinato lateralmente. La virata segue l'inclinazione laterale proprio perché l'aereo è conformato proprio per impedire la scivolata laterale!

Spiegazione: la figura dimostra in fasi grossolanamente separate un processo che è in realtà continuo e dolce. Il tipo di moto degli aeroplani punteggiati non si verifica mai in realtà, esso minaccia soltanto di verificarsi, e la virata dell'aereo risulta dal suo continuo opporsi a questo tipo di movimento. L'aereo si comporta come quello disegnato a tratto continuo, per evitare il movimento dell'aeroplano disegnato a puntini. Nel punto 3 l'aereo è inclinato lateralmente. La portanza delle ali lo sospinge lateralmente, oltre che verso l'alto, e lo fa muovere nella direzione del punto numero 6. Se nessun'altra forza agisse su di lui, l'aereo si sposterebbe dal punto 3 al punto 6 scivolando come mostrato ai punti 4 e 5. Questa scivolata è impedita tuttavia dal mettersi al vento della coda, che tende sempre ad orientare il muso dell'aereo nella direzione del vento apparente. Questa rotazione del muso si vede al punto 6. Quando il muso ha assunto la nuova direzione (Punto 6), l'aereo è ancora inclinato di lato, e le sue ali lo sospingono ancora in senso laterale, così tutto il processo si ripete, finché l'aereo continua a restare inclinato lateralmente.

Ma ora continuiamo con la nostra sequenza della virata. Ora che l'aeroplano ha virato, le sue ali sono ancora inclinate. La forza delle ali continua ancora a sospingerlo lateralmente, lateralmente rispetto alla nuova direzione di volo; di nuovo tenderebbe a scivolare mettendosi di traverso rispetto all'aria, e ancora una volta il vento apparente proveniente di lato, che risulta dal movimento trasversale nell'aria, fa ruotare la coda e fa virare l'aereo. In questo modo, dall'inclinazione laterale deriva una virata dolce e stabile.

Possiamo quindi capire che un aereo vira perché è inclinato lateralmente, e per nessun'altra ragione. Non ha bisogno del timone. E si può capire anche ora, senza addentrarsi maggiormente nella materia, una regola importantissima per il pilota: se si vuole una virata più stretta, c'è solo un modo per farla: non col timone, o con "più piede" come pensano molti allievi piloti, bensì con l'inclinazione laterale: più bank.

Più è accentuato l'angolo di bank, più agisce lateralmente la forza delle ali; quindi la virata è più accentuata. Questo dovrebbe venire inteso con la massima precisione da ogni allievo. L'allievo tende a pensare che la virata è determinata in una qualche maniera (magari con il timone) e che lui stesso inclina l'aeroplano di lato soltanto per aumentare il proprio comfort, un po' come un autista in curva fa girare l'automobile ruotando il volante, e nello stesso tempo spera che la strada sia inclinata, perché così la curva sarebbe più sicura e più comoda. In breve: all'allievo pare che l'inclinazione laterale

sia una conseguenza della virata, ma è un errore; è la virata stessa ad essere la conseguenza dell'inclinazione laterale! *Più si vuole virare, più si deve inclinare lateralmente l'aereo.*

Questo dovrebbe essere inciso così profondamente nella testa del pilota che dovrebbe ricordarselo anche in emergenza, specialmente durante la manovra per un atterraggio forzato in seguito ad una piantata motore. In questo tipo di emergenza c'è sempre la tendenza a tenere prima di tutto la barra tirata troppo all'indietro, in un poco lucido tentativo di mantenere quota e di allungare la traiettoria della planata. Questo fatto rende l'aereo critico rispetto ad ogni successivo uso errato di barra e timone. Se quindi il pilota cerca di virare stretto, magari per raggiungere un certo campo, c'è sempre la tendenza di cercare di far girare il muso più in fretta dando piede, soprattutto perché c'è sempre una naturale riluttanza ad inclinarsi fortemente vicino al terreno. Questo tentativo di non inclinare l'aereo e di sollecitare il cambio di direzione col timone è probabilmente l'ultima cosa che il pilota farà nella sua vita.

PERCHE' SI "TIRA INDIETRO" IN VIRATA?

E a proposito della pressione all'indietro sulla barra? La pressione all'indietro sulla barra non è necessaria per eseguire la virata, essa è necessaria solo per ottenere una buona virata senza perdere quota durante la virata stessa. La dolcezza di una virata dipende moltissimo dalla corretta applicazione di questa pressione verso l'indietro. L'allievo di solito si preoccupa moltissimo dell'esatta coordinazione fra timone ed alettone; quello di cui si dovrebbe preoccupare è della coordinazione di pressione all'indietro e inclinazione. Ora cercheremo di rendere questo concetto più chiaro.

Prima di tutto il perché. Cosa succede se il pilota si limita ad inclinare l'aeroplano lateralmente senza tirare indietro la barra? La forza delle ali, che durante il volo rettilineo e livellato agiva verticalmente ed era forte abbastanza da sostenere l'aeroplano, ora è ruotata ed ha un doppio compito: in parte serve a sostenere l'aereo, e in parte serve a farlo deviare lateralmente. Tuttavia la forza delle ali ora non è maggiore di quanto non fosse in volo rettilineo e livellato: pertanto non può svolgere entrambi i compiti in modo soddisfacente. Ora non riesce, in una certa misura, a sostenere l'aeroplano: l'aeroplano cade, e cadendo abbassa il muso. Nello stesso tempo, analogamente, la forza delle ali non riesce, in una certa misura, a sospingere l'aeroplano lateralmente con l'energia che sarebbe necessaria. La virata che risulta è pertanto lenta, e l'aeroplano scivola dalla parte in cui è inclinato.

Tutto questo non è pericoloso e non conduce a una perdita di controllo. In pratica, l'aereo correggerà tutto questo grazie alla sua stabilità, alla sua intrinseca volontà di volare. Se non facciamo nulla per evitare la scivolata, la caduta del muso, l'inerzia a condurre la virata e la perdita di quota per qualche istante, l'aereo prenderà velocità. Appena la velocità

aumenta, aumenta anche la forza delle ali - forza che è generata, dopo tutto, dall'impatto dell'aria sulle ali, e questo impatto aumenta con il quadrato della velocità dell'aria. Se la velocità aumenta anche di poco, l'aria impatta l'ala con molta più forza. Appena la forza delle ali cresce abbastanza per il suo doppio lavoro, l'aereo si stabilizza in una spirale verso il basso molto ben fatta, volando ad elevata velocità indicata e perdendo quota, ma descrivendo una virata perfetta, senza scivolare né imbarcare⁵.

Di solito tuttavia, noi non desideriamo volare a spirale verso il basso; ma virare mantenendo la quota. A volte non possiamo accettare una perdita di quota in virata, magari perché siamo troppo vicini a terra. Inoltre, preferiamo non scivolare né sbandare verso l'esterno. E questa è la ragione per cui bisogna tirare la barra indietro in ogni virata senza variazione di quota: la forza delle ali deve essere aumentata man mano che l'aereo si inclina lateralmente. Forzando la barra all'indietro, noi forziamo l'aereo a volare a maggiore incidenza; infatti la barra è il comando che controlla l'angolo di incidenza dell'aeroplano. A maggior incidenza, l'ala produce quindi una forza maggiore, e maggiore è la forza delle ali, più la stessa è adeguata al doppio lavoro di sostenere l'aereo e di sospingerlo lateralmente. Ne risulta una virata senza perdita di quota e senza alcuna scivolata.

Più è accentuata l'inclinazione laterale, maggiore è il lavoro extra che la forza delle ali deve fare - oltre al suo compito originario di sostenere l'aeroplano. Ne consegue che maggiore è l'inclinazione, maggiore è la pressione all'indietro sulla barra che è necessaria. Per ottenere una virata dolce e senza variazione di quota, quindi, la quantità di pressione all'indietro che il pilota esercita sulla barra deve sempre essere esattamente "quanto basta" per l'inclinazione che ha in quel momento l'aeroplano.

UN PROBLEMA DI COORDINAZIONE

Vale quindi la pena di studiare quanto si deve dare pressione indietro sulla barra. Questo è un punto sul quale gli allievi tendono a trascurare la giusta coordinazione fra i comandi. All'inizio della virata, quando ancora sta accentuando l'inclinazione dell'aeroplano, l'allievo tende ad aspettare a tirare indietro finché l'aereo non si è inclinato dell'angolo desiderato, e solo allora applica la pressione all'indietro sulla barra. Questo è il sistema di virata "gira e tira" di cui abbiamo parlato più sopra, ed è un modo grezzo. Perché ne risulta una mancanza di trazione all'indietro nella fase iniziale della virata, e questo la rende inerte e caratterizzata da una scivolata verso l'interno. Se un pilota ha ancora l'idea che si gira con il timone in fondo alla testa, tende a porre rimedio alla cosa dando il piede basso. Questo rimedio è tuttavia peggiore del male!

⁵ Molti piloti vi diranno che non è vero. Provare per credere.

Per iniziare perfettamente una virata, la pressione all'indietro deve essere data e gradualmente aumentata non appena l'aereo comincia a piegarsi di lato; *in ogni istante* la pressione indietro deve essere esattamente "quanto basta" in funzione dell'inclinazione che l'aeroplano ha raggiunto in quell'istante.

Questo è piuttosto difficile. Ciò che rende la cosa così difficile è il fatto che il pilota è abituato a coordinare pressione sui comandi con pressione sui comandi; è abituato ad accompagnare una data pressione della mano sulla barra, con una determinata pressione del piede contro il pedale. Ma la quantità di pressione all'indietro sulla barra durante una virata non deve essere dosata con riferimento a nessun altro comando che il pilota sta contemporaneamente manovrando, e in particolare non con riferimento alla pressione laterale che sta esercitando sempre sulla barra per inclinare l'aeroplano. Essa deve essere dosata grazie ad una *impressione visiva*: rispetto a quanto l'aeroplano è inclinato, e valutata dal modo in cui l'orizzonte appare inclinato rispetto al muso dell'aereo. Grossomodo, l'allievo può anche valutare dal movimento che il muso assume o meno rispetto a cielo e terra: egli deve dare abbastanza pressione da evitare che il muso cada. (Di fatto, il muso appare notevolmente alto, relativamente all'orizzonte, durante una virata stretta ben condotta, rispetto a come appare durante il volo rettilineo e livellato, a causa della maggiore incidenza che si ha in virata).

ERRORI E CORREZIONI

Vale ora la pena di esaminare certi errori che il pilota è portato con tutta probabilità a fare durante la virata, e certe correzioni che può adottare.

Se applica troppa pressione all'indietro, cosa succede? La forza delle ali sarà eccessiva, devierà l'aereo violentemente e nello stesso tempo lo tirerà su. L'aeroplano porterà in muso piuttosto in alto, e guadagnerà quota. Non vi sarà scivolata o imbardata. L'aereo eseguirà semplicemente una perfetta virata in salita. Questo può essere provato anche nel verso opposto: se l'altimetro sale durante una virata, la ragione è che stiamo tirando troppo indietro, e il rimedio è di rilasciare leggermente la barra.

Se il pilota applica troppa poca pressione all'indietro, cosa succede? L'aeroplano scivola leggermente, almeno per un poco, finché non ha preso un po' velocità. Abbassa il muso e comincia a perdere quota. Un pilota con l'idea che si vira col timone in questo caso è tentato di dare piede basso nel tentativo di accentuare la virata e arrestare la scivolata. Ma il vero rimedio è aumentare leggermente la pressione all'indietro. Si può dire la stessa cosa anche invertendo i termini: se durante una qualsiasi fase della virata l'aereo scivola, la ragione è quasi certamente la mancanza di forza delle ali, ossia mancanza di pressione all'indietro sulla barra. Bisognerebbe lasciar stare il timone finché non si è provato con un aumento della pressione all'indietro. Se un aereo perde quota durante

una virata, la ragione è ancora mancanza di forza delle ali, e il rimedio è aumentare la pressione all'indietro. Questo vale in una virata condotta correttamente. Se il velivolo perde quota perché sta per stallare, allora è un'altra questione.

Il segreto di tenere una virata perfettamente livellata è quindi solamente nella quantità di pressione all'indietro rispetto all'inclinazione laterale. Per una data inclinazione, troppa pressione all'indietro fa guadagnare quota, e troppo poca fa perdere quota e determina una momentanea scivolata. Invece di regolare la pressione all'indietro in funzione dell'inclinazione laterale, il pilota può anche fare il contrario: cambiare l'inclinazione in modo da adattarla alla quantità di pressione all'indietro che decide di mantenere. Per esempio, il pilota si può trovare in virata molto stretta, mantenendo una pressione all'indietro molto forte, tuttavia può notare che l'altimetro piano piano cala. Tirare indietro la barra ancora di più gli sembra in qualche modo sbagliato, e a ragione, perché andrebbe probabilmente a stallare l'aeroplano. Così si limita a mantenere costante la pressione all'indietro e toglie un po' di inclinazione laterale, baserà solo pochissimo e il gioco è fatto. Questo ripristinerà la corretta proporzione fra pressione all'indietro e inclinazione laterale, e arresterà la perdita di quota. Oppure, se il pilota elimina un altro po' di inclinazione laterale mantenendo la pressione all'indietro invariata, otterrà una virata in leggera salita.

Questo è ugualmente vero per virate leggere e strette, a parte il fatto che, nelle virate dolci, il pilota normalmente preferirà adattare la pressione all'indietro all'inclinazione, mentre in quelle strette adatterà l'inclinazione alla pressione sull'equilibratore.

Notare che il timone non c'entra in tutto questo. Ancora si aggira una teoria morta e sepolta fra i vecchi degli aeroporti, secondo la quale nelle virate strette "i comandi invertono la loro funzione, e il timone diventa l'equilibratore", ossia che, durante le virate strette, è possibile regolare salita e discesa e la posizione del muso sopra o sotto l'orizzonte dando piede alto oppure basso. Non c'è differenza alcuna fra virate strette e dolci, per ciò che concerne la funzione dei comandi; e meno penserete a questa teoria, meglio starete.

LE LEGGI DELLA VIRATA

La capacità dell'aereo di virare stretto e rapido, chiamata spesso *manovrabilità*, non riguarda solo il pilota da caccia. Riguarda invece il pilota di qualsiasi velivolo e in tutte le manovre. Ogni piccola virata che il pilota esegue, ogni più leggera variazione alla traiettoria di volo, è soggetta alle stesse leggi che regolano anche le sue virate più rapide, più estreme e più strette. (Queste leggi sono in stretta correlazione con tutta la materia della pressione all'indietro sulla barra, la forza delle ali, il carico di gravità, e la tendenza a permanere in moto rettilineo uniforme.) Noi qui non dimostre-

remo i legami matematici, ma ci limiteremo a constatare quali queste leggi sono, e come interessano il pilota.

La capacità di eseguire virate dipende da tre fattori. Quello di gran lunga più importante è la velocità.

L'aeroplano più veloce richiede molto più spazio per virare. Se si vola ad una velocità doppia, è necessario, per ogni determinata inclinazione laterale, uno spazio maggiore di quattro volte.

Per esempio, ad inclinazione media, a 100 nodi un aereo può richiedere 400 metri per virare in tondo (con un raggio di virata di circa 200 metri). A 200 nodi, all'aereo, virando allo stesso angolo di bank, occorreranno circa 1600 metri per virare! Quando un pilota cambia l'aereo con uno più veloce, questo fatto probabilmente gli sconvolgerà tutti i suoi parametri. Esagera tutte le virate, arriva troppo esterno, oppure si trova inclinato molto di più di quello che pensava. Ma non è tutto.

L'aereo più veloce richiede anche più tempo per virare! Se si vola più veloci del doppio (per ogni dato angolo di bank) occorre il doppio del tempo per ottenere un certo cambiamento di direzione. Per esempio, l'aereo che vola a 100 nodi può invertire la direzione del volo mantenendo un'inclinazione media per mezzo minuto; un aereo che vola a 200 nodi richiederà un minuto intero per invertire la rotta allo stesso angolo di bank; se vuole farlo in mezzo minuto, deve adottare un'inclinazione laterale molto più accentuata, molta più pressione all'indietro sulla barra, e volare molto più prossimo allo stallo.

Questo effetto spesso spaventa gli osservatori da terra: quando un aereo molto veloce fa una virata, si trova spesso molto inclinato lateralmente, e tuttavia sembra volare quasi diritto. Uno giurerebbe che il pilota sta volando su un fianco in una virata con scivolata. Al contrario, la virata di un aliante sembra spesso imbardata lateralmente: l'aliante è inclinato solo di poco, eppure gira accentuatamente. In realtà entrambi gli aerei stanno probabilmente eseguendo virate corrette: e virate corrette, condotte a velocità così differenti, saranno semplicemente molto diverse a vedersi, in accordo con le note e lampanti leggi della virata. Leggi che operano in modo così preciso, che si potrebbe calcolare la velocità di un aereo osservando solo due cose: l'angolo di bank e il tempo che impiega per eseguire una variazione di direzione, per esempio, di 90 gradi.

Un pilota nota moltissimo questo effetto quando cambia e vola per la prima volta su un aereo molto più veloce. L'aereo più veloce sembra "legato". Il pilota si piega secondo un angolo di bank ragionevole e tira la barra indietro, e vede che va tutto bene, ma il muso non gira veloce come dovrebbe. In un viaggio di trasferimento prova ad eseguire una piccola variazione di rotta, mettiamo di 5 gradi, e se vuole fare questa correzione in fretta, scopre che è richiesto un angolo di bank piuttosto notevole.

Si dice spesso che, su un aereo velocissimo, anche una virata normale porta il pilota a perdere la vista per un attimo, a causa dell'eccessiva accelerazione. Questo è fuorviante. Per ogni data inclinazione laterale, il carico dovuto

all'accelerazione è lo stesso, indipendentemente da velocità, potenza, peso, carico alare o grandezza del velivolo: in un aereo leggero o in un caccia, una virata con bank di 60 gradi raddoppierà il nostro peso. Però interpretata in un altro modo, l'osservazione è giusta: in una virata che deve essere compiuta in un determinato tempo o in un determinato spazio, l'aereo veloce può arrivare a far perdere la vista al suo pilota. Supponiamo che un aereo leggero e un caccia stiano entrambi seguendo una ferrovia con una curva. L'aereo leggero potrebbe fare la curva con un'inclinazione media e non sarebbe sottoposto a una forte accelerazione. Il caccia, a causa della sua velocità, dovrebbe avere un angolo di bank di 80 gradi per fare la stessa curva, e a circa 80 gradi di bank il carico dovuto all'accelerazione è di 5,75 volte il peso, e comincia l'effetto di perdita della vista.

Il secondo fattore che agisce sulla possibilità di virare è la possibilità dell'aeroplano di mantenere un'angolazione laterale molto accentuata senza rallentare troppo a causa dell'aumentata resistenza delle ali, che porterebbe allo stallo. Questo fattore dipende dalla potenza disponibile, ma anche dalla conformazione dell'ala. Quando vola ad elevata incidenza, un'ala tipo aliante, lunga e stretta, ha meno resistenza di un'ala corta e tozza della medesima area.

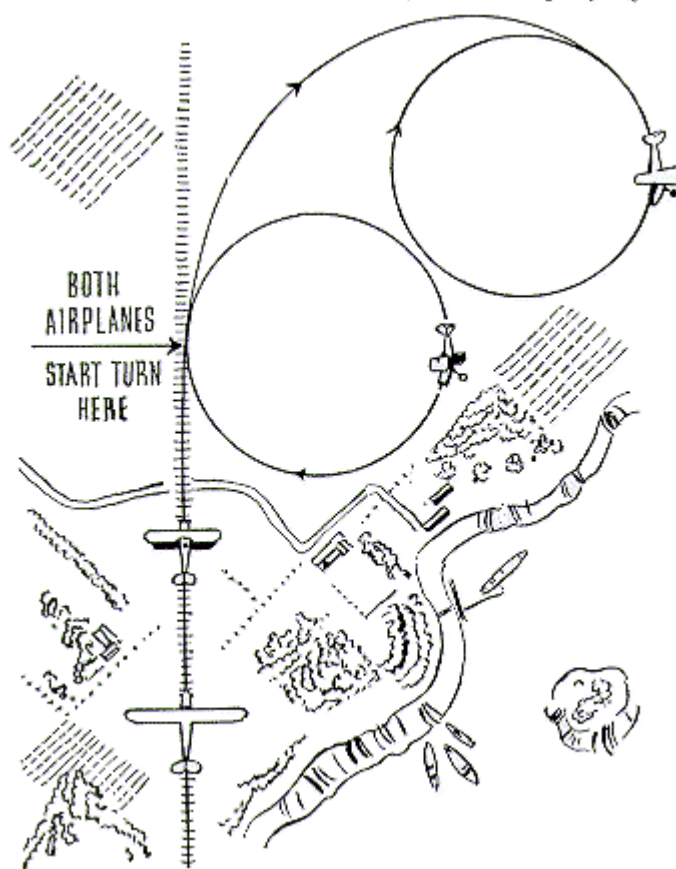
LA LENTEZZA NELL'INSERIMENTO IN VIRATA

Il terzo fattore che influisce sulla capacità di virare è la rapidità con la quale l'aeroplano può assumere un'inclinazione laterale, e quindi iniziare una virata. A prima vista questo sembrerebbe dipendere soprattutto dalla grandezza del timone, e ogni tanto si sentono dei ragionamenti sull'effetto di questo. In realtà, il timone non determina la virata: e se è abbastanza grande per compensare l'effetto di imbardata inversa degli alettoni, anche quando questi sono portati a fondo corsa, è già grande abbastanza; farlo più grande o dargli più corsa non migliorerebbe la manovrabilità dell'aereo. L'efficienza degli alettoni è molto più importante, perché è l'inclinarsi con l'angolo di bank necessario per eseguire la virata che porta via preziose frazioni di secondo. Anche con alettoni estremamente efficienti, tuttavia, non è possibile inclinare lateralmente un aereo all'istante, perché sono proprio le ali ad opporsi ad ogni tentativo di inclinare velocemente l'aereo.

Questo viene chiamato *effetto di smorzamento laterale* delle ali. Quando l'aeroplano si inclina di lato, un'ala viene forzata a premere l'aria verso il basso, e, più velocemente la schiaccia, più saldamente l'aria vi oppone resistenza. Nello stesso tempo, l'altra ala con il suo movimento deve spingere l'aria verso l'alto, e, anche in questo caso, più velocemente sospinge l'aria, più saldamente questa vi si oppone, ragion per cui il rollio laterale dell'aeroplano viene fortemente "smorzato". Questo effetto naturalmente è tanto più forte quanto più sono lunghe le ali, perché più sono distanti le estremità delle ali, maggiore è il percorso effettivo che esse devono

fare per ogni dato movimento laterale dell'aeroplano, e quindi è maggiore la forza che si oppone al movimento. In più, questa forza agisce, nel caso di ali lunghe, su un maggior braccio di leva: quindi, raddoppiando l'apertura alare, si quadruplica l'effetto di smorzamento. Questa è la ragione per cui una volta i caccia erano biplani o addirittura triplani: questo li rendeva più rapidi nelle virate.

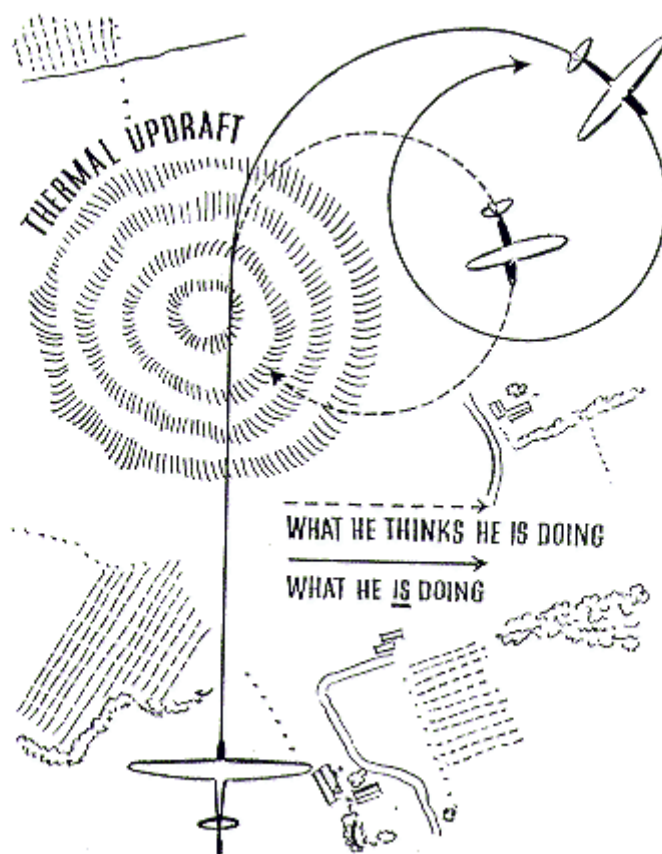
L'effetto descritto non deve venire frainteso. Non significa che certi aeroplani non possono inclinarsi lateralmente di molto: significa soltanto che certi aeroplani non possono raggiungere un'inclinazione accentuata in poco tempo. Semplificando



Lo "smorzamento in virata": due aeroplani della stessa velocità, volando allo stesso angolo di bank, faranno sempre virate con lo stesso raggio. Ma i loro comportamenti saranno diversi da un altro punto di vista. Un aeroplano con le ali corte può inclinarsi lateralmente, quindi inserirsi in virata, quasi all'istante. Un aereo con accentuata apertura alare è lento ad inserirsi in virata, quindi si porterà avanti un bel po' prima che la virata abbia luogo.

molto le cose, prendiamo ad esempio un monoplano e un biplano, entrambi della stessa velocità, che volano ala contro ala lungo una ferrovia: entrambi avranno lo stesso rateo di virata, in termini di tempo, e lo stesso raggio di virata. Ma non sono ugualmente rapidi ad inserirsi in virata. Supponiamo che ad un determinato segnale si richieda ad entrambi di "fermarsi", cioè di effettuare una continua e accentuata virata mantenendo la posizione. Pochi istanti dopo il segnale il biplano è fortemente inclinato in virata, mentre il monoplano ha raggiunto

un'inclinazione laterale solo modesta e sta virando largo, mentre cerca di inclinarsi di più e di accentuare il rateo di virata. Il risultato è che il monoplano si porterà più avanti e di lato. (Da notare che in virtù del carico alare elevato dovuto alla ridotta apertura alare e all'elevata velocità, i moderni caccia non risentono di un eccessivo effetto di smorzamento laterale benché siano monoplani).



Il pilota di aliante non ritrova l'ascendenza dopo esserci passato dentro per la prima volta. A causa della sua grande apertura alare, l'aliante è lento ad inserirsi in virata, e quello che per il pilota doveva essere un cerchio, diventa un "sei".

Questo effetto è avvertibile in modo particolare sugli alianti a causa della loro grande apertura alare. Non si riesce ad piegare di lato un aliante più che in una maestosa, graduale inclinazione: anche con gli alettoni a fondo corsa, questo non riesce ad inclinarsi più velocemente!

L'ALIANTE PERDE IL TRAM

Questo è un guaio per i piloti di aliante: uno veleggia dritto, cercando di trovare un'ascendenza. Quando finalmente si imbatte in una di queste, di solito è così piccola che la si passa da parte a parte. Il problema allora è quello di tornare esattamente nello stesso punto. Secondo una teoria piuttosto affrettata, basterebbe semplicemente assumere un'inclinazione laterale - qualsiasi inclinazione va bene - e mantenerla costante, e il cerchio che ne risulta non può non portare indie-

tro al punto di partenza. Ma su certi alianti occorre tanto tempo per assumere un'inclinazione laterale, che il cerchio desiderato si trasforma in realtà in una traiettoria a "sei", e conduce di fianco al punto dell'ascendenza: abbiamo perso il tram!

LA VIRATA VERSO L'ALTO

Tutto quello che è vero riguardo alla virata, cioè alla curvatura laterale della traiettoria di volo, è vero anche per la richiamata dopo un'affondata, o dopo una planata, o per l'entrata in un loop - cioè, in breve, per ogni variazione in quota della traiettoria di volo. Una curva verso l'alto di questo tipo non è per molti aspetti che una virata senza inclinazione laterale. Essa è quindi soggetta a tutte le leggi che governano le normali virate.

Questa potrebbe sembrare un'idea teorica e senza utilizzo pratico, ma non è così. È utile ed interessante.

Prima di tutto ci mette in guardia sul fatto che possiamo stallare persino col muso puntato in basso, durante in una richiamata troppo brusca, esattamente come possiamo stallare, col muso sopra o sotto l'orizzonte, in una virata laterale troppo stretta. Anche in una picchiata dritta in giù, anche a velocità terrificante, basta tirare la barra indietro abbastanza, e andremo in stallo e in vite, a meno che l'eccessiva forza delle ali o l'eccessiva accelerazione (che sono in realtà la stessa cosa) non rompano prima le ali, cosa che sugli aerei civili è molto più probabile.

Possiamo dire che un tale stallo è causato dalla accelerazione eccessiva, o che è causato dalla posizione troppo arretrata della barra, o da una troppo elevata incidenza. Le tre cose vanno necessariamente insieme: la posizione della barra determina l'incidenza che causa il grande incremento della forza delle ali che causa la deviazione verso l'alto della traiettoria di volo che causa l'accelerazione che causa lo sforzo sulla struttura delle ali! È sempre la stessa cosa - è solo una virata.

GLI STALLI COL MUSO IN GIU'

Questo tipo di stallo capita a volte alla fine di un loop: l'allievo si è sentito leggero sul sedile alla sommità del loop, e ha tirato tutta la barra indietro per stringere il loop, per tenersi aderente al seggiolino, e anche per accelerare il compimento della manovra. Alla sommità del loop, quando l'aeroplano è rovesciato, le normali regole non sono del tutto valide. Ma non appena il muso si trova nuovamente puntato verso il basso, le usuali regole tornano ad essere valide e, dato che la barra è tutta indietro, l'aeroplano stalla subito, mentre il muso punta dritto in giù, e va in vite.

Un altro esempio di un simile stallo col muso in giù, causato da una richiamata, si verifica a volte quando la richiamata si combina con una normale virata laterale. Supponiamo che, durante una virata che intendevamo a quota costante, abbiamo

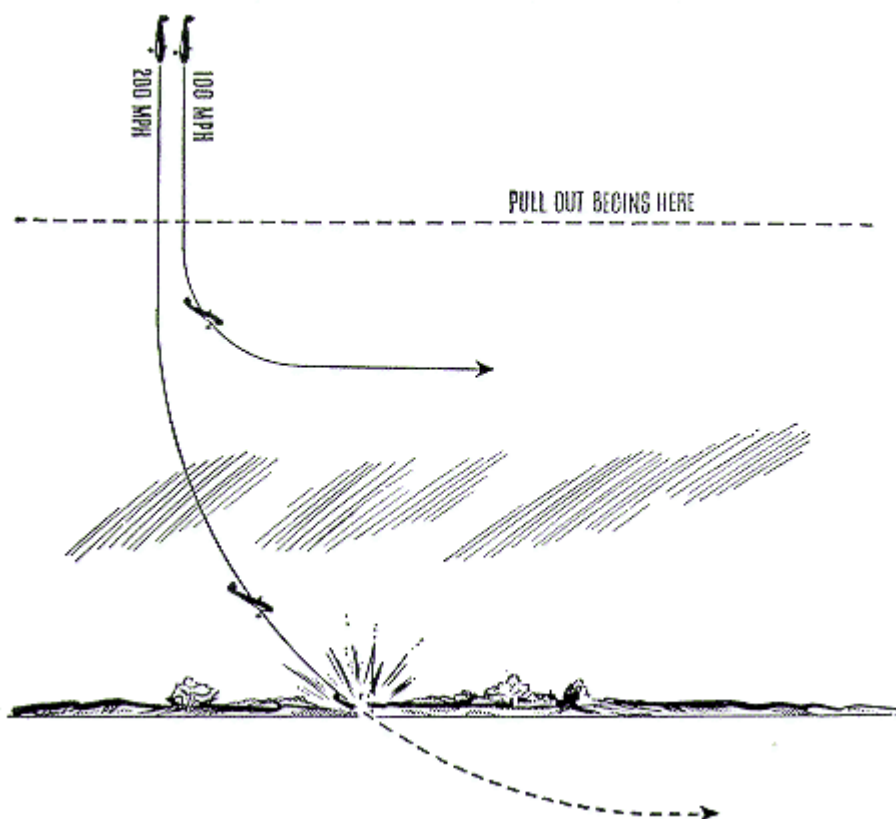
lasciato cadere il muso e abbiamo preso un bel po' di velocità. Cerchiamo allora di tirare su di nuovo il muso, cosa che si fa semplicemente incrementando la pressione all'indietro sulla barra. È normalissima tecnica di volo: servirà allo scopo e lo farà senza scivolare o imbardare. È di fatto l'unica maniera con cui possiamo fare entrambe le cose: continuare a virare ed arrestare la perdita di quota. (L'unico altro modo per sostenere il muso sarebbe diminuire l'inclinazione laterale, fare una virata più ampia, e mantenere costante la pressione all'indietro sulla barra). Però questo significa che stiamo facendo due virate, una di lato ed una verso l'alto, entrambe nello stesso tempo. Esercitiemo una pressione all'indietro sufficiente per due virate, e subiamo l'accelerazione di due virate, abbiamo incidenza per due virate fatte contemporaneamente: possiamo quindi stallare facilmente (col muso tutto in giù, notiamolo bene, e inclinati lateralmente in modo non estremo, e magari anche a velocità piuttosto elevata). Oppure, anche in questo caso, l'eccessivo sforzo delle ali, ossia l'eccessiva accelerazione, ossia l'eccessiva trazione verso l'indietro sulla barra, possono far saltare via le ali.

LA PICCHIATA SULLA CASA DELLA FIDANZATA

Infine, l'idea che la richiamata è una virata verso l'alto è di interesse all'atto pratico anche per il bambinone che va in picchiata sulla casa della morosa. Infatti le stesse leggi che governano la virata laterale governano anche la deviazione verso l'alto della traiettoria di volo, riguardo al tempo e allo spazio necessari ad eseguire la virata.

Per ritornare il volo livellato dopo una picchiata in verticale a 100 nodi, abbiamo bisogno di un certo spazio, in funzione dell'accelerazione cui vogliamo sottoporre noi stessi e l'aeroplano: diciamo 400 piedi. Ma uscendo da una picchiata a 200 nodi (sullo stesso aereo o su uno differente) abbiamo bisogno di 1600 piedi per ritornare il volo livellato, se vogliamo sottoporci alla stessa accelerazione del primo caso! Questo significa che ogni secondo durante il quale noi rimaniamo in picchiata verticale, prendendo velocità, non solo fa perdere moltissima quota, ma aumenta enormemente la quantità di quota *in più* che sarà necessaria quando vorremo fermare la picchiata!

È pura e semplice matematica, ma gli effetti cumulativi del fenomeno sono assolutamente strabilianti, e spesso fatali.



Al doppio di velocità, è necessario uno spazio quadruplo per completare la curva. La cosa è vera per le curve in senso verticale non meno che per le virate a destra e a sinistra. Nella figura, entrambi i piloti stanno picchiando in verticale. Entrambi cominciano la richiamata alla stessa quota. Entrambi i piloti e gli aerei sono soggetti alla stessa accelerazione - più o meno un 6 g. A 100 nodi, la richiamata è possibile con l'avanzo di un bel po' di spazio. A 200 nodi la richiamata è impossibile: se il pilota cercasse di tirare la barra più indietro, l'accelerazione gli farebbe saltare via le ali, o lo farebbe stallare o andare in vite.

Prima di tutto, parlando in generale, molti piloti sotto-stimano grossolanamente quanto spazio gli serve per la richiamata e picchiano contro il terreno. Oppure, capendo la situazione critica, tirano indietro così forte che le ali collassano; oppure si vanno a cacciare in uno di quegli stalli col muso in giù, e vanno in vite; o forse perdono la capacità di vedere quando sono vicinissimi al terreno, e vanno a sbattere contro qualcosa.

Attenzione, quindi, ai primi voli con un nuovo aeroplano più veloce di quello con cui avete prima volato e probabilmente anche più "pulito": in picchiata prenderà velocità più rapidamente. Un tale aereo probabilmente avrà il carrello retrattile, e magari anche un dispositivo per cui la manetta non può venire completamente chiusa se le ruote non sono fuori. In un aereo del genere è difficile uscire da una picchiata veloce, come potrebbe essere causata da una manovra acrobatica o da una perdita di controllo in volo cieco. Per questa ragione è saggio fare un po' di prove con il carrello esteso, sia per ridurre l'efficienza dell'aereo, sia per consentire di tagliare la potenza.

Ma questo effetto - il pericoloso aumento dello spazio necessario se la velocità di discesa aumenta solo di poco - e ve-

ramente pericoloso alla piccola scala, perché in questi casi il pilota non ne sospetta la presenza. Scendendo dolcemente sulla casa della fidanzata, il pilota sottovaluta lo spazio necessario di 20 piedi e va a sbattere contro il camino; l'errore di valutazione sembra inspiegabile, se non si conoscono le leggi della virata. Lo spazio necessario per una virata verso l'alto aumenta con il quadrato della velocità, esattamente come per la virata laterale. *E anche il tempo necessario aumenta!* La leggera deviazione verso l'alto dopo una dolce discesa è soggetta a questa regola esattamente come la più spettacolare richiamata al termine di una vera picchiata. Il pilota sottovaluta il raggio e il tempo di virata in senso verticale. Egli "manca" la virata (la fa cioè troppo ampia) per l'eccessiva velocità della discesa, esattamente come sbagliava le virate a destra e a sinistra le prime volte che volava su un aereo più veloce. Il camino si delinea di fronte a lui, ed egli reagisce; però reagisce troppo poco e troppo tardi.

CARICO ALARE E ATTERRAGGIO

Ma l'applicazione più importante delle leggi della virata applicate alla richiamata è questa: esse infatti spiegano la differenza fra il pilotaggio di un aereo con molto carico alare e il pilotaggio di un aereo con poco carico alare, soprattutto in atterraggio. La cosa può essere interessante per tutti quelli che programmano di passare da un aereo lento ad uno più veloce, con maggior carico alare.

Confrontiamo un aereo leggero, con un carico di 6 libbre per piede quadro, con un aereo da trasporto, con un carico di 24 libbre per piede quadro, e supponiamo che entrambi gli aerei abbiano un buon comportamento. (Questa supposizione non è stravagante. Aeroplani con differenti carichi alari di norma differiscono anche per la risposta ai comandi, stabilità, caratteristiche di stallo; ma questo non dipende dal differente carico alare, ma dai diversi scopi per cui sono stati concepiti. Ci sono aerei con un forte carico alare il cui comportamento in stallo o la cui risposta ai comandi è in tutto simile a quella di un aereo leggero. La nostra analisi in questo caso trascurerà le altre differenze fra aerei veloci e lenti, e si concentrerà esclusivamente sugli effetti del carico alare).

A parità di tutto il resto, quindi, l'aereo da trasporto farà avvicinamenti ed atterraggi ad una velocità doppia dell'aereo leggero. Questo è dovuto soprattutto alle leggi fisiche che governano la portanza. Ma questo significa anche che l'aereo pesante e veloce fa tutte le virate, assumendo costante una data accelerazione, in uno spazio quattro volte maggiore! E questo è vero non solo per le virate a destra e a sinistra, ma anche per le richiamate verso l'alto, e in particolare per la richiamata prima dell'atterraggio. Sull'aereo leggero, siamo abituati a richiamare ad una data altezza e ad una data distanza dal punto desiderato di contatto; sull'aereo pesante, usando la stessa tecnica di pilotaggio noi *dovremmo iniziare la richiamata ad un'altezza maggiore di quattro volte, e ad una distanza maggiore di quattro volte!* Se non lo facessimo, dovremmo

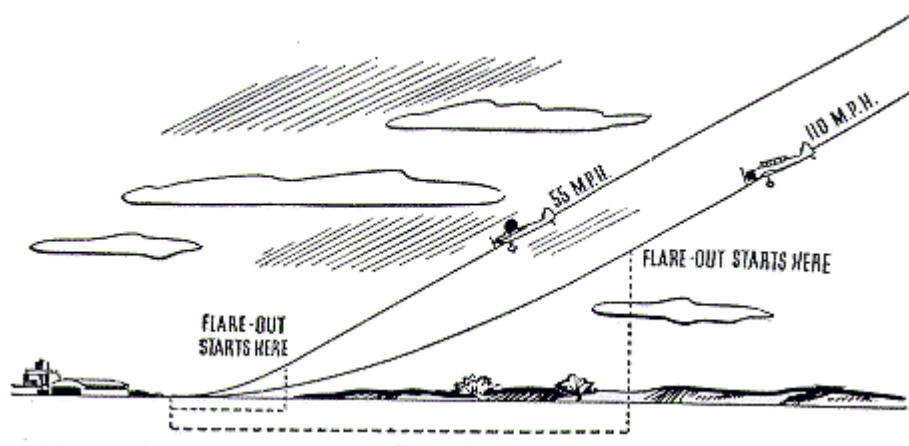
tirare indietro la barra più bruscamente, magari così bruscamente che l'inerzia ci schiaccerebbe dritti contro il terreno.

Ma non è tutto. Non è solo lo spazio ad essere differente, ma anche il tempo: dato che l'aereo vola del doppio più veloce, il pilota dell'aereo più veloce ha *bisogno del doppio del tempo, e deve cominciare la richiamata con un anticipo doppio rispetto al pilota dell'aereo più lento.*

SPAZIO E TEMPO

Da notare che sia il fattore tempo che il fattore spazio tendono ad ingannare il pilota abituato ad aerei lenti che passa ad aerei con maggiore carico alare, portandoli ad impattare il terreno oppure a dover richiamare molto bruscamente all'ultimo momento. L'esperienza mostra che questo è veramente il modo in cui i piloti inesperti si comportano su un aereo pesante. Ed è da notare che sia il fattore tempo sia il fattore spazio forzano il pilota ad iniziare la manovra di atterraggio quando è ancora ben distante dal terreno e quindi non in grado di giudicare con quella precisione di cui sarebbe capace vicino a terra. Quindi il velivolo con forte carico alare pone due problemi al pilota. Primo, egli si deve abituare a nuovi ritmi nel giudicare tempo e spazio. Secondo, proprio per questo egli ha bisogno di un più accurato ed abile senso dell'altezza, della linea di volo, della velocità, e di tutti gli altri fattori che fanno riuscire o fallire un atterraggio. (Questa analisi presuppone che entrambi i piloti stiano facendo lo stesso tipo di avvicinamento e di atterraggio, per esempio, che entrambi stanno facendo un atterraggio su tre punti o con carrello a triciclo).

E non basta! Gli aerei con forte carico alare di norma planano molto più ripidi degli altri. Questa non è, come pensano molti allievi, una conseguenza diretta dell'elevato carico alare. È invece la conseguenza degli enormi motori che necessariamente si accompagnano agli elevati carichi alari: quando si toglie la potenza, quei motori, gondole ed eliche diventano degli enormi fattori di resistenza. A causa di questa ripida planata, il velivolo con elevato carico alare deve deviare di più verso l'alto durante la richiamata prima dell'atterraggio. Questo rende necessario effettuare la richiamata ancora prima, ancora più alti - al fine di evitare di dover effettuare la richiamata ancora più bruscamente, quindi con maggior carico dovuto all'inerzia.



La differenza principale fra il pilotare un aereo leggero e uno con elevato carico alare è nella richiamata per l'atterraggio. La planata normale di un aereo più pesante è più veloce, e poiché le leggi della virata si applicano alle deviazioni in senso verticale esattamente come alle virate a destra e a sinistra, il pilota dell'aereo più pesante deve iniziare la richiamata molto prima per quanto riguarda il tempo, e più alto e più indietro per quel che riguarda lo spazio.

Questa è una delle ragioni per cui i velivoli con elevato carico alare normalmente non eseguono lo stesso tipo di atterraggio di quelli con poco carico alare, ma eseguono l'atterraggio con potenza inserita, seguendo una traiettoria in leggera discesa. Questa tecnica facilita il pilota in due modi: non solo l'avvicinamento è più preciso, ma c'è anche meno variazione di direzione verso l'alto da fare alla fine.

ANCORA SUGLI EFFETTI INSIDIOSI ALLA PICCOLA SCALA

Quando un pilota va in picchiata sulla casa della sua fidanzata, il modo in cui funzionano le leggi della virata alla piccola scala, che cercano di farlo sbattere contro il camino, è forse più traditore del modo in cui si esplica su grande scala, quando cerca di sbatterlo contro il suolo con una ripida traiettoria. La stessa cosa è vera quando si esegue un atterraggio con un aereo dall'elevato carico alare: il funzionamento alla piccola scala delle leggi della virata è della più grande importanza. Non solo la richiamata in sé, ma anche ogni più piccola correzione è soggetta alle leggi della virata: il velivolo è "legato" in senso cabra - picchia, così come è "legato" nelle deviazioni verso destra e sinistra. Eseguendo un atterraggio con un addestratore leggero, la maggior parte dei piloti fa una quantità di piccoli movimenti in avanti e all'indietro con la barra, eseguendo piccole correzioni, in alto o in basso, della traiettoria di volo, e in questi aerei con poco carico alare queste correzioni hanno effetto praticamente all'istante per ciò che riguarda il tempo, e nel giro di centimetri per ciò che riguarda lo spazio. Nell'aeroplano con maggiore carico alare, che atterra due volte più veloce, le stesse correzioni necessitano di uno spazio quadruplo e di un tempo doppio per avere effetto! L'aeroplano reagisce in secondi per ciò che riguarda il tempo, e in piedi per l'altezza. Per questa ragione il pilota dell'aereo pesante non può eseguire le correzioni al-

trettanto facilmente: quindi deve cominciare da subito con valutazioni più fini.

SUPERMAN?

Per concludere, quindi, non c'è nessuna differenza "di sostanza" fra l'aereo con poco e quello con elevato carico alare. Entrambi sono lo stesso tipo di macchina, soggetti alle medesime leggi. Ma, analogamente, anche una palla da baseball e una pallottola di arma da fuoco sono lo stesso tipo di oggetto, soggetti alle stesse leggi. Per quanto concerne gli esseri umani, identiche leggi producono effetti del tutto diversi. L'aereo con poco carico alare può essere trattato nel modo normale di una persona normale, autore compreso, cioè in una catena di prove, esperimenti ed errori. Il pilota si limita ad osservare, cerca di capire quel che sta facendo, e alla fine corregge di conseguenza. L'aereo con elevato carico alare esige maggiore precisione: il pilota non può aspettare che l'errore diventi palese, ma deve essere in grado di anticipare quel che l'aeroplano farà, deve sapere veramente in modo più preciso quel che sta facendo.

L'USO DEL TIMONE IN VIRATA

Ed ora occupiamoci ancora una volta del timone. Cosa fa il timone durante la virata? Questo è già stato esaminato nel capitolo riguardante il timone. Abbiamo mostrato che, non appena si inclina lateralmente l'aeroplano, gli alettoni determinano un effetto di imbardata inversa che deve essere contrastato dal timone. La stessa cosa è vera quando si deve livellare l'aereo alla fine di una virata: compare l'effetto di imbardata inversa che richiede l'uso del timone. All'uscita dalla virata è richiesto più timone che all'ingresso. Questo è perché durante la virata il pilota ha forzato l'aereo ad una maggiore incidenza (al fine di ottenere forza sufficiente dalle ali per compiere la virata); e a maggiore incidenza l'effetto di imbardata inversa degli alettoni è più forte, quindi più forte deve essere l'azione del timone.

In questo modo il timone entra in azione durante la virata. Ma non è lui a *determinare* la virata. Qualcuno potrebbe obiettare che, nel volo strumentale, noi regoliamo il rateo di virata con il timone. E il volo strumentale è un volo "scientifico". Tutto quel che facciamo quando voliamo strumentalmente è quindi probabilmente giusto.

Questo è per metà vero, e per metà falso. È vero che il volo strumentale avviene su basi più rigorose, e che l'uso dei comandi quando si vola con gli strumenti deve essere più corretto di quando si vola basandosi sulla visione esterna. Ed è anche vero che noi reagiamo alle indicazioni del girodirezionale con il timone. Ma in realtà non è vero che noi regoliamo la virata con il timone. Noi facciamo così solo in modo empirico - ci comportiamo cioè *come se* il timone regolasse la virata. In realtà, quando usiamo il timone per far sì che l'ago del girodirezionale punti dove noi vogliamo che punti, noi non facciamo

una virata. Noi ci limitiamo a *far sbandare lateralmente* l'aeroplano, facendo così spostare la pallina a fondo scala: in questo modo ci costringiamo ad usare gli alettoni, per inclinare lateralmente l'aereo, e questa inclinazione alla fine determina la virata! E l'autore mette in serio dubbio che questa regola - controllare il girodirezionale con il timone - possa sopravvivere molto a lungo. Non è scientifica, non è corretta e non è efficiente. È un difetto nella nostra tecnica di volo strumentale. E, di fatto, essa è frequentemente trascurata nella pratica del volo strumentale.

Il timone non fa nulla durante le virate, che non faccia anche nel volo rettilineo e livellato. Durante il volo, sempre, la funzione essenziale del timone è quella di evitare che l'aereo imbarchi, contrastare i fattori esterni di disturbo, qualsiasi possa essere la loro causa, che tenderebbero a rallentare l'aeroplano e a farlo avanzare di traverso nell'aria.

I due fattori di disturbo più importanti sono l'effetto di imbardata inversa e la cosiddetta "torsione". E capita proprio che durante le virate entrambi questi effetti siano presenti in abbondanza. All'inizio e alla fine di una virata, quando l'aeroplano prima assume un'inclinazione laterale, poi torna di nuovo ad ali livellate, c'è un uso intenso degli alettoni, e durante la virata vera e propria (specialmente se è stretta), il motore lavora a pieno mentre la velocità dell'aria è in una certa misura ridotta, e c'è quindi maggiore effetto di torsione. Per questo il timone è relativamente impegnato quando l'aereo fa una virata. Tuttavia il timone non determina la virata, né contribuisce a determinarla: non la arresta né contribuisce ad arrestarla. L'inclinazione laterale e la pressione all'indietro sulla barra lo fanno.

"Ma come posso sapere io - potrebbe chiederci un allievo - se devo usare il timone ad un certo determinato momento, e da quale parte, e quanto?" Ci sono due risposte a questa domanda.

Prima di tutto, ci possiamo arrivare ragionando, se abbiamo capito lo scopo del timone. Tutte le volte che esercitiamo una pressione verso destra sulla barra, noi sappiamo esattamente che "questa azione deve ora provocare un'imbardata sulla sinistra. Dai, Beppe, vai col timone!" E quando descriviamo una virata stretta a tutta manetta e con la barra tutta indietro, noi sappiamo che "questo ora deve determinare un sacco di effetto torsione. Dovrò contrastarla col piede destro". È sorprendente come si può volare tutto sommato bene in questo modo: meccanicamente. Di solito gli istruttori di volo inorridiscono all'idea, ma è un dato di fatto che la coordinazione dei comandi è fondamentalmente un problema meccanico e che può essere risolto volando "meccanicamente". Ricordiamoci che i buoni aerei "con due comandi" volano magnificamente in questo modo, con una legame esclusivamente meccanico fra barra e timone, o meglio fra alettoni e timone, in modo che essi debbono per forza azionarli sempre "tutti due insieme". Naturalmente, se vogliamo volare in modo meccanico, dobbiamo anche capire il meccanismo di cui ci stiamo servendo: non potremo certo volare meccanicamente se non capiamo il nostro aeroplano. Da questo punto di vista, ci dobbiamo per forza liberare di ogni recondita traccia

subconscia di idea che abbiamo bisogno del timone per fare una virata, oppure che otterremo una virata usando il timone; la cosa fondamentale è rendere il timone del tutto subordinato agli alettoni, azionare il timone ogni qual volta si azionano, sia pure sfiorandoli, gli alettoni e togliere la pressione dal pedale non appena si toglie la pressione sulla barra per azionare gli alettoni.

C'è poi una seconda risposta, che ci riconduce finalmente a quel venerando organo sensoriale di tutti i piloti: il sedere. Tutte le volte che ci sentiamo come se stessimo per scivolare lateralmente, questo è un segnale che qualcosa sta facendo imbarcare l'aeroplano, e che c'è quindi bisogno del timone. Non ci serve sapere esattamente cosa sia questo fattore - imbarcata causata dall'alettone, torsione o qualche altro effetto - basta dare piede dalla stessa parte verso la quale ci sentiamo sospinti. Per esempio, in una virata a sinistra, potremmo avere la sensazione che stiamo scivolando a sinistra sul sedile: diamo leggermente piede a sinistra e quella sensazione sparirà. Un attimo dopo potremmo avere la sensazione di essere sospinti verso destra: diamo un po' di piede destro, nessun problema se la virata è a sinistra: diamo piede destro finché la sensazione non scompare.

"Beh - potreste obiettare - questo è proprio quel che diceva il fratellino all'inizio". Ma non è vero: perché questo è vero solo ammesso che stiamo descrivendo una virata sostanzialmente corretta; ed in particolare, ammesso che stiamo applicando la giusta quantità di pressione all'indietro sulla barra. Se non è così, se ci limitiamo ad inclinare l'aereo a destra senza tirare la barra indietro, noi avremo una scivolata a destra, e correggere questa scivolata col timone ci condurrebbe, come abbiamo visto, a un risultato indesiderato.

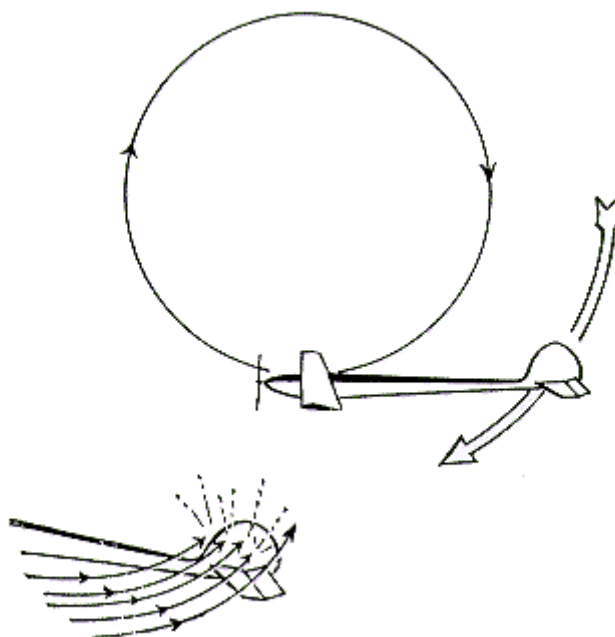
Il timone quindi, sia in virata che in ogni altra condizione di volo, può essere descritto come un comando di bilanciamento: tutte le volte che il pilota si sente non bilanciato, usa il timone per ripristinare la condizione di equilibrio. Ora il pilota non si sente sbilanciato a meno che l'aereo non stia imbarcando o scivolando, ossia a meno che non stia volando di traverso rispetto all'aria. Si sentirà invece sbilanciato tutte le volte che l'aeroplano imbarca o scivola. E, volendo metterla in un altro modo ancora, tutte le volte che il pilota si sente sospinto lateralmente sul sedile, l'aeroplano è sospinto lateralmente nell'aria; è così per forza, se ci pensiamo un attimo. Usare il timone per bilanciare la sensazione del fondo dei calzoni significa quindi esattamente la stessa cosa che usare il timone per contrastare gli effetti di imbarcata!

I fratelli Wright, che avevano capito praticamente tutto a proposito dell'aeroplano, sapevano bene anche questo. Già nel 1910, nel corso della famosa diatriba contro Curtiss, un tribunale civile straniero sentenziò che una parte della loro invenzione originale era che il timone non era un comando per girare, ma un comando per bilanciare! Non c'è nessuna scusante, al giorno d'oggi, per i piloti che pensano ancora che il timone è quello che fa virare l'aereo.

SI CONTINUA A DARE PIEDE DURANTE LA VIRATA?

Ed ora, solo per quelli che hanno imparato, una piccola speciale analisi su qualcosa che i principianti è meglio che non sappiano: come mai spesso noi continuiamo a dare piede interno fino alla fine della virata. Abbiamo evidenziato che il timone non determina la virata: e questo è del tutto vero, senza eccezioni. Abbiamo pure proclamato che il timone non fa nulla durante una virata, che non faccia anche in volo rettilineo e livellato. Questo non è sempre e del tutto vero su tutti gli aeroplani. Su certi aerei la virata determina un fattore di disturbo che deve essere contrastato dando piede interno.

Immaginiamo un aereo normale in tutto, fuorché per il fatto che l'impennaggio è montato al termine di una coda lunga un miglio. Supponiamo che questo aereo faccia una virata a 45 gradi a destra. Ovviamente, quel piano di coda si comporterebbe come si comporta una lunga asta incernierata dietro un camion: quando il veicolo fa una curva a gomito sulla destra, l'estremità del palo descrive un'ampia mezza curva sulla sinistra. Una coda così prolungata, quindi, descriverebbe, durante una virata a destra, un ampio arco sulla sinistra, premendo contro l'aria con il suo lato sinistro; ovviamente l'aria opporrebbe resistenza al suo movimento laterale e rallenterebbe la sua traiettoria. La coda impedirebbe all'aeroplano di virare velocemente come potrebbe, in ragione dell'inclinazione laterale, e l'aereo scivolerebbe. E, se il pilota di quell'aereo volesse fare una virata corretta, dovrebbe aiutare la coda a descrivere la sua traiettoria circolare dando piede destro.



Questa illustrazione esagerata, dedicata esclusivamente agli esperti, mostra perché certi aerei dopotutto hanno bisogno di un po' di piede interno durante la virata. Se

la coda di un aereo è abbastanza lunga, e la sua velocità abbastanza bassa, tanto da avere un raggio di curvatura corto, il piano verticale di deriva impatta il vento apparente in un modo simile a quello illustrato nell'angolo in basso a sinistra. La coda allora non può descrivere la sua curva con velocità sufficiente per una virata senza scivolata, e deve venire "aiutata" con un po' di piede interno.

Questo fenomeno di smorzamento si verifica anche in aerei di proporzioni normali. Di fatto, capita più frequentemente di quanto ci rendiamo conto. Guardiamo l'evidenza: su tutti gli aerei, nel corso di una virata con inclinazione media, noi teniamo la barra verso l'alto per contrastare la tendenza ad aumentare spontaneamente l'inclinazione, e ci potremmo aspettare, secondo quanto è stato esposto così a lungo in questo libro, di dover dare nello stesso tempo parecchio piede alto, al fine di contrastare l'effetto di imbardata inversa degli alettoni. Ma, se guardiamo quel che facciamo, troviamo che sulla maggior parte degli aerei noi non diamo di fatto piede alto durante la virata. Scopriamo che non ce n'è nessun bisogno. E allora cosa, o chi, si sta prendendo cura dell'effetto di imbardata inversa?

La risposta è che questa specie di effetto smorzante del piano di deriva della coda sta facendo il lavoro. Quel particolare aeroplano probabilmente è del tipo che *veramente* richiede un po' di piede basso in virata, per le ragioni appena dette. Nello stesso tempo, l'effetto di imbardata inversa causato dal tenere la barra verso l'alto per evitare un'eccessiva inclinazione laterale dovrebbe *veramente* richiedere un po' di piede alto. Quel che noi facciamo allora è di lasciare più o meno indisturbato il timone, e lasciare che l'effetto di imbardata inversa degli alettoni annulli l'effetto di ritardo della virata causato dal piano verticale di deriva.

Tuttavia esistono aeroplani che durante la virata richiedono positivamente e senza alcun dubbio piede basso. Che genere di aerei? Fra diversi aerei della stessa grandezza e di forma convenzionale, sarà probabilmente il più lento a comportarsi in quel modo. La lentezza rende il raggio di curvatura in virata, per un dato angolo di inclinazione laterale, molto più corto, quindi la traiettoria in virata molto più curva; questo significa un più pronunciato sbandamento laterale della coda e quindi un maggiore effetto di smorzamento. Così fra due aerei di pari velocità, il più grosso probabilmente richiederà piede basso durante le virate, perché, per una data curva, il piano verticale di coda che è montato sulla coda più lunga sarà più portato all'esterno. E fra due aerei di pari dimensioni di massima e di pari velocità, quello con la coda più lunga avrà l'effetto di smorzamento più pronunciato e quindi richiederà probabilmente piede in virata.

Questo può mettere chiarezza su un certo numero di piccoli misteri.

Questo spiega perché molti alianti richiedono un'accentuatissima azione sul piede basso nelle virate. La posizione di barra e timone di certi alianti durante una virata stretta e scioccante per il pilota a motore: il timone è tutto spostato verso l'interno della virata, la barra è tutta all'esterno, a causa della pronunciata tendenza ad inclinarsi in virata di quegli aerei; secondo i canoni usuali i comandi sembrerebbero

malamente incrociati. Ma l'aereo non dà cenni di imbardata, e, quando il pilota di aereo a motore prova lui a fare qualche virata, alla fine si trova con la stessa sconcertante disposizione di barra e timone. La ragione è, naturalmente, che l'aliante è un velivolo grande e nello stesso tempo lento; quindi l'effetto di ritardo della virata causato dalla coda è molto accentuato⁶.

L'effetto di ritardo della virata del piano verticale di deriva può anche spiegare un altro piccolo mistero: perché i vecchi piloti erano così convinti che il timone fosse il comando che faceva virare l'aereo. Gli aerei di 20 anni fa non erano più piccoli degli attuali, tipo per tipo, ma erano molto più lenti; pertanto le loro virate, a parità di angolo di bank, erano molto più accentuate, le traiettorie di volo molto più curve; quindi l'effetto di smorzamento della virata di quei piani di deriva era molto più apprezzabile, e la necessità di una pressione costante del pedale interno durante le virate era probabilmente molto più comune - ispirando quindi l'idea sbagliata che fosse il timone a produrre di fatto la virata.

Ma tutte queste nozioni sono severamente vietate all'allievo. L'allievo riuscirà a fare le migliori virate pensando al timone come ad un dispositivo per contrastare l'effetto imbardante degli alettoni, e se quindi lascia stare il timone in quelle parti della virata. Perché poi, sulla maggior parte degli aerei, questo è tutto quel che il timone fa.

E si dovrebbe ricordare che, quelle che siano le azioni di disturbo che il pilota deve compensare con l'uso del timone, queste si avvertono sempre nel modo che è stato descritto. Se il pilota si sente sospinto verso sinistra, deve dare piede sinistro, se si sente sospinto verso destra, piede destro - cosa che funziona anche se i fattori di disturbo del volo dell'aereo dovessero essere causati da effetti sofisticati e poco frequenti, come quello del piano di deriva appena descritto. Questo effetto è stato descritto qui, non perché richieda una tecnica di pilotaggio diversa, ma solo per chiarire la confusione di idee di qualche pilota pignolo che scopre che quel che di fatto esegue col timone durante una virata non è completamente chiarito dalla sola teoria della virata.

QUANDO LA VIRATA SI METTE MALE

Cosa dovrebbe fare un pilota quando la virata si mette male? A prima vista, sembrerebbe che non ci possa essere una risposta univoca. Sembrerebbe che il pilota dovesse semplicemente mettere fine all'errore che ha fatto riuscire male la virata, qualunque esso sia. Se il muso è troppo alto, e l'aereo perde

⁶ Un altro effetto è anche importante sugli alianti, e interessa anche certi aerei di grande apertura alare: la fortissima apertura alare, accoppiata con la bassa velocità, quindi con raggi di curva in virata strettissimi, determinano una grande differenza di velocità fra le due estremità alari nel corso della virata. Questo non soltanto determina una forte tendenza ad aumentare l'inclinazione laterale in virata, ma produce anche una resistenza addizionale dell'estremità alare esterna, che tende a deviare l'aereo dalla traiettoria curvilinea, rendendo quindi necessaria un'azione supplementare di piede interno.

velocità, lasciamo che il pilota abbassi il muso. Se il muso è troppo basso e l'aereo prende velocità, lasciamogli tirare il muso in su. Se c'è una scivolata, caspita, lasciamo che dia piede, e così via. Per farla breve, sembrerebbe che ci siano tanti differenti rimedi per ogni diverso tipo di problema.

Tuttavia un'analisi più attenta dimostra che non è così. Il pilota probabilmente non sa cosa ha fatto riuscire male la sua virata: se lo avesse saputo, avrebbe avuto tutto il tempo per fare le opportune verifiche, e la virata non sarebbe andata a finire male! E un tentativo di porre rimedio al problema in modo diretto - per esempio riportare il muso in alto o in basso - spesso non andrà a buon fine, come vedremo. Spesso è come cercare di curare i sintomi del male, invece che il male stesso.

Solo una cosa funzionerà sempre: barra in avanti. L'indagine di Leighton Collins sugli incidenti di volo suggerisce che questa è probabilmente la regola che presa da sola è più importante in tutta la tematica del volo: quando qualcosa va male durante una virata, lasciamo andare la barra in avanti. Non lasciamo cadere il muso in basso. Non tiriamo su il muso. Non cerchiamo di arrestare la scivolata o l'imbardata, non cercare di fare nessun'altra cosa, che non sia barra in avanti.

"In avanti" non significa necessariamente tutta in avanti a fondo corsa, con un'azione positiva di pressione in avanti, ma avanti quel tanto che si ha rilassando l'azione di trazione all'indietro. Perché, in ultima analisi, è la pressione all'indietro che il pilota mantiene sulla barra che causa il problema. Finché un aeroplano vola a basso angolo di incidenza, con la barra in posizione neutra o quasi, non c'è davvero nulla che possa capitare all'aereo, a parte volare stupidamente contro un muro. Semplicemente non è possibile che perdiamo il controllo dell'aereo, né questo perderà il controllo da solo. Sarà stabile, si comporterà bene, sarà sicuro. Nessun tipo di raffica lo potrà mettere in pericolo. Nessuna errata manovra di barra e timone potrà causare guai seri: possiamo imbardarlo finché vogliamo. Un aereo con la barra in posizione prossima a quella neutra farà sempre tutto quel che è necessario per mantenere una condizione di volo sicura. Ma tiriamo indietro la barra, e subito diventiamo vulnerabili. Ad elevata incidenza gli alettoni diventano inaffidabili, l'effetto di imbardata inversa si fa traditore; c'è la possibilità che l'estremità di un'ala stalli per l'uso di un alettone, oppure lo scorretto azionamento del timone può stallare ora un'ala ora un'altra causando una vite. Ogni problema è un problema serio quando la barra è indietro. Inoltre il fatto stesso che la barra si trovi indietro è la causa indiretta di molti problemi. E tuttavia è anche la causa diretta di guai. È la posizione arretrata della barra che sovraccarica l'aeroplano dell'accelerazione centrifuga, tanto che potrà stallare nonostante la sua velocità sia ben al di sopra di quella di stallo in normali condizioni di volo livellato. È la posizione arretrata della barra che il grande affaticamento della struttura delle ali durante la virata, a causa della notevolissima forza delle ali che viene sviluppata. Lascia andare la barra avanti, e sei OK.

"Ma lasciare andare in avanti la barra in una virata stretta - qualcuno potrebbe obiettare - non fa andare il muso *in basso*. Con l'aereo così inclinato di lato, quello che al pilota sembra il basso, in realtà è di fronte, verso l'orizzonte. Non volevamo puntare il muso in basso verso il terreno per prima cosa?" Ed è proprio in questo che il pilota probabilmente commetterà il suo errore. Prima di tutto ricordiamoci che quello che sembra "il basso" al pilota, è "il basso" per le ali. Se il pilota è pesante, non verso il basso ma verso l'orizzonte, così è anche l'aeroplano. In una virata stretta le ali sviluppano la portanza non solo opponendosi alla forza di gravità, ma anche alla forza centrifuga; pertanto se lasciamo venire in avanti la barra e lasciamo che il muso "sprofondi" nella direzione verso la quale ci sentiamo schiacciati, ossia all'esterno verso l'orizzonte, noi per il fatto stesso scarichiamo l'aeroplano esattamente come lo scarichiamo quando lasciamo andare la barra in avanti durante un normale stallo con le ali livellate.

In entrambi in casi, quel che facciamo è ridurre l'angolo di incidenza. È vero che, in una virata stretta, lasciare andare la barra in avanti non significa guadagnare di colpo velocità. Il guadagno di velocità si ha soltanto attraverso una serie di ulteriori aggiustamenti che l'aereo deve prima fare. E, poiché l'aereo stalla a velocità più elevata in virata che in volo rettilineo, appena lasciamo andare in avanti la barra ci accorgeremo di avere in ogni caso sufficiente velocità. E ricordiamoci che la causa diretta ed immediata dello stallo non è la *manca*za di velocità, ma semplicemente un eccessivo angolo di incidenza. Nel momento in cui lasciamo venire la barra in avanti, l'angolo di incidenza dell'aereo si riduce. Perché questo è realmente la barra: un comando che regola l'angolo di incidenza. Una volta ridotto l'angolo di incidenza, la condizione di stallo scompare, i comandi sono di nuovo saldi e sicuri, e non ci sono più problemi.

"Ma se noi lasciamo venire la barra in avanti durante una virata stretta - qualcuno potrebbe obiettare - per questo stesso fatto arrestiamo la virata. L'aereo a quel punto rimarrà sospeso dove si trova, tutto piegato su di un lato, e ne verrà fuori una violenta scivolata". Questo è perfettamente vero, ma non causa alcun pericolo, anzi è necessario. Non possiamo mettere fine ai nostri guai così semplicemente, senza arrestare, in una certa misura, la virata: perché la virata è la causa dei nostri guai. È stato illustrato in precedenza che pressione all'indietro sulla barra, virata stretta, carico dovuto alla forza centrifuga, prossimità allo stallo, sono in realtà tutte la stessa cosa. Liberiamoci della pressione all'indietro, e ci libereremo della virata: ma ci libereremo anche di tutti gli altri fattori negativi. I nostri guai sono causati in ultima analisi da una virata eccessiva: poniamo termine alla virata e porremo termine anche ai nostri guai.

"E a proposito delle scivolata d'ala che ne risulterà?" È vero che se lasciamo la barra in avanti durante una virata stretta, di colpo ci troviamo sospesi e piegati su un fianco, e scivoliamo. Ma una scivolata d'ala non ha mai fatto male a nes-

suno. È una manovra estremamente sicura. La perdita di controllo è pressoché impossibile, e anche se il pilota non fosse in grado di arrestare la scivolata, la arresterebbe in ogni caso la stabilità dell'aereo: il diedro tenderà a livellare le ali, mentre il piano verticale di deriva tenderà a dirigere l'aeroplano in basso e in tondo, e l'aereo girerà in un'accentuata e veloce planata a spirale. In più, una volta rilasciata la pressione all'indietro sulla barra, quando l'aereo è a bassa incidenza, potremo fare tranquillamente uso degli alettoni per livellare le ali.

Ora quello che dovrebbe essere la seconda mossa del pilota, dopo aver lasciato andare la barra in avanti, dipende evidentemente da ciò che il pilota vuol fare. Se la virata gli pare strana o non sicura, di solito egli vuole tornare al volo rettilineo e livellato. In tal caso, rilasciare tutta la pressione all'indietro sulla barra è la prima cosa da fare, e dopo di questa l'aereo può essere livellato e posto su una rotta rettilinea. Ma un pilota potrebbe anche scegliere di continuare la sua virata. Ed è perfettamente possibile durante una virata stretta lasciare andare un bel po' della pressione all'indietro sulla barra, in modo da essere sicuri che l'aereo non stallerà, quindi ripristinare un po' della pressione all'indietro, regolare l'inclinazione laterale, e continuare la virata. Quel che si vedrà di tutta la manovra sarà semplicemente una lieve incertezza del muso nella sua transizione lungo la linea d'orizzonte: il pilota avverte per un attimo la scivolata, quindi in seguito al ripristino di parte della pressione all'indietro sulla barra la virata continua, ma in forma più sicura e più dolce.

Notare che non fa nessuna differenza se vogliamo semplicemente riprendere un controllo più fermo di una virata che sembra in qualche maniera sbagliata, oppure se vogliamo arrestare la virata del tutto per tornare al volo rettilineo e livellato: in entrambi i casi la cosa da fare per prima è lasciare andare la barra in avanti.

Se c'è una regola pura e semplice che fa sempre la differenza fra vita e morte, è questa. Cerchiamo quindi di sradicare ogni dubbio al riguardo. Cerchiamo ora di esaminare i diversi rimedi alternativi che un pilota potrebbe essere tentato di impiegare quando una virata va storta. Vedremo che qualsiasi altra azione correttiva o è pericolosa, o è inutile, oppure tutte due le cose insieme.

MUSO BASSO?

Supponiamo che nel corso di una virata il muso sia basso, oppure che cada all'improvviso sotto l'orizzonte con conseguente perdita di quota e probabilmente con guadagno di velocità. Un pilota con le idee poco chiare e che quindi si è convinto stupidamente che "in una virata stretta il timone diventa l'equilibratore", ora potrebbe tentare di tener su il muso dando piede alto. La cosa è del tutto inutile. Il muso è basso per un motivo preciso: probabilmente la forza sviluppata dalle ali è insufficiente, o perché il pilota tiene una insufficiente

pressione all'indietro sulla barra, oppure perché ne ha data troppa, stallando così le ali. Per questa ragione limitarsi ad imbarcare il muso in alto non rimedia la situazione. Nella migliore delle ipotesi, non serve a niente. Il muso può essere sostenuto rispetto all'orizzonte con il timone, ma l'aereo continuerà a perdere quota esattamente come nel corso di una virata con scivolata. Nella peggiore delle ipotesi dare piede alto per sostenere il muso è pericoloso. Se il muso è basso perché l'aereo è stallato o quasi, allora dargli piede in alto può innescare una vite con rovesciamento, cioè l'aereo di colpo livella le ali, tira su il muso, e, se la virata era a destra, entra in vite a sinistra.

Ma forse il pilota fa un'analisi più corretta del problema. Forse riconosce il fatto che è la mancanza di forza delle ali ("portanza") che fa scendere il muso, quindi tenta il rimedio apparentemente logico: tirare la barra ancora di più.

Questo può funzionare, ma anche in questo caso può fallire. Se l'aereo stava facendo una virata in discesa e la velocità era sostenuta, allora l'applicazione di una pressione all'indietro sufficiente per sostenere il muso potrebbe caricare di un'accelerazione eccessiva l'aeroplano. Questo fatto è già stato esaminato in precedenza, e abbiamo visto che una tale manovra è in realtà una richiamata dopo un'affondata combinata con una virata stretta, e comporta un raddoppio del carico dovuto alla forza d'inerzia. Questa forte accelerazione può portare ad un cedimento strutturale, e può anche far stallare l'aereo, non ostante l'elevata velocità. Perché, ricordiamocelo, se la barra è abbastanza indietro, e se quindi l'accelerazione è abbastanza forte, l'aereo stallerà anche a velocità molto elevate.

Ma il caso peggiore è questo: cosa succede se il muso è basso perché l'aereo è già in fase di stallo? L'aeroplano potrebbe aver stallato durante la virata senza che il pilota se ne sia reso chiaramente conto. La cosa da tener presente in tutta questa analisi è che si è verificato qualcosa che il pilota non si aspettava. Il pilota non vuole che il muso sia basso, e però il muso è basso. Quindi la capacità di valutazione del pilota non ha un gran valore in questa situazione. Se egli si sente del tutto certo di non aver stallato non è essenziale, può avere stallato. Piloti di questo tipo, quando vengono fuori vivi da una vite, di solito testimoniano di non aver riconosciuto lo stallo per uno stallo, e addirittura di non aver riconosciuto la vite per una vite! Ricordiamocelo, durante una virata stretta, la velocità di stallo è molto più alta che nel volo rettilineo e livellato. Per questa ragione tutti gli avvisatori dello stallo collegati alla velocità - rumori del volo, sensazione di velocità, indicazione strumentale della velocità - mancano. Ricordiamoci ancora che durante una virata stretta, quando la barra è ben indietro e l'aereo quasi in stallo, basta una raffica a farlo stallare per un attimo. Di fatto, quando il muso cade giù durante una virata, ci sono probabilità alte che la cosa si verifichi perché l'aeroplano è in stallo.

Ma se l'aereo è davvero stallato, il dare maggior pressione all'indietro sulla barra non farà venire su il muso. Renderà

soltanto lo stallo più accentuato, e il muso andrà ancora più giù. Il pilota, che ancora non sospetta cosa succede in realtà, probabilmente tirerà indietro la barra ancora di più, lo stallo si farà più violento, e l'aereo andrà in vite. O forse il pilota alla fine capirà che qualcosa non sta andando per il verso giusto, e di colpo cercherà di ritornare in assetto di volo rettilineo e livellato livellando le ali, usando cioè gli alettoni. Risultato: si inciampa sugli alettoni, quindi vite. Per concludere, quando il muso è basso durante una virata stretta, si può provare a ritirarlo su richiamando indietro la barra, ma ci sono probabilità che la cosa non funzioni. Il trucco è lasciare andare avanti la barra. Non appena la barra non è più tirata così indietro, l'aereo è nuovamente del tutto controllabile, e gli si può far fare quel che si vuole.

MUSO TROPPO ALTO?

Consideriamo ora cosa deve fare un pilota se nel corso di una virata stretta il muso è troppo alto, con l'aereo che probabilmente starà rapidamente perdendo velocità. Probabilmente sarà un'impennata in su. Una prima reazione del pilota potrebbe essere quella di lasciar venire la barra in avanti, o perché capisce cosa sta capitando, o forse più ingenuamente perché egli pensa ancora alla barra come al comando alto - basso e ragiona: "Come si fa a far scendere il muso? Lasciare andare la barra in avanti". In ogni caso, è la reazione giusta. Se in virata il muso è troppo alto, la cosa da fare è rilasciare parte della pressione all'indietro e lasciare venire in avanti la barra.

Ma in troppi casi il primo istinto del pilota è di spingere il muso in basso verso la linea d'orizzonte dando il piede basso. La cosa in qualche modo può anche funzionare. Ma, se l'aereo dovesse trovarsi vicino alla situazione di stallo, il pedale basso azionato di colpo può farlo entrare in vite, perché l'improvvisa imbardata prodotta dal timone spinge un'ala avanti e l'altra indietro, stallando quindi quest'ultima mentre toglie dalla situazione di stallo la prima. C'è dell'ironia in questo: il pilota è consapevole del fatto che sta perdendo velocità, e teme di stallare e entrare in vite. Egli fa la cosa che ritiene logica: puntare il muso a terra. Ma, col sistema che usa per puntarlo a terra, produce proprio l'effetto che stava cercando di evitare.

Si può quindi vedere come va a finire il ragionamento: quando una virata va male, può essere possibile rimediarsi con gli alettoni, col timone, incrementando la pressione all'indietro sulla barra o quel che è; ma è sempre solo una possibilità, è c'è almeno la stessa probabilità che la cosa vada male. L'unico modo certo per riguadagnare il controllo è di rilasciare la pressione all'indietro come prima cosa. Una volta allentata la pressione all'indietro, l'aereo torna ad essere stabile, controllabile, e si comporta come si deve, e il pilota può fare più o meno tutto quel che vuole.

L'allievo pilota si annoia a volare diritto e livellato a velocità di crociera; ma chi se ne intende, come istruttori di volo ed esaminatori ministeriali, considerano il volo rettilineo e livellato uno dei test che meglio dimostrano l'abilità del pilota: esso infatti rivela se il pilota capisce davvero come funzionano i comandi.

E, a parte il valore addestrativo, la crociera con assetto rettilineo e livellato è importante nella pratica del volo. La maggior parte del nostro tempo di volo, dopo tutto, sarà impiegata volando in questo modo. Se lo facciamo bene, faremo bene i lunghi voli di trasferimento, perché i lunghi voli sono basati sulla capacità di mantenere una traiettoria di volo perfettamente rettilinea. Se uno prende la direzione giusta, e poi vola diritto, non può non arrivare dove vuole! Se uno vaga per tutto il giro dell'orizzonte, mancherà i punti di riporto intermedi, non saprà mai esattamente dove si trova o dove è stato, e sarà sempre sul punto di perdersi. Inoltre, se si vola diritto, la bussola si comporta molto meglio, anche in aria turbolenta¹; se invece si ondeggia la bussola oscillerà, anche in aria calma, e non consentirà letture accurate. Così, più si vola diritti, più si riesce a volare diritti!

In più, i due risvolti più spiacevoli del volo, il mal d'aria e l'eccessiva stanchezza, hanno più a che fare con una tecnica corretta di volo rettilineo di quanto la maggior parte dei piloti pensi. Le piccole sbandate laterali che fanno ballare il liquido nella bussola, che premono sul tamburo graduato facendolo oscillare, quegli stessi dondolamenti fanno le stesse cose al nostro stomaco e al nostro orecchio interno! E in quanto alla noia, se uno non è padrone della tecnica del volo rettilineo e livellato, un viaggio lungo in aria turbolenta può di fatto produrre un torpore che è quasi una pena; ma se uno sa quel che deve fare, volare in aria turbolenta diventa un gioco che tiene impegnati e dà un certa soddisfazione "dinamica".

ALCUNE BRUTTE ABITUDINI

Se l'aria è calma, volare rettilinei e livellati è cosa del tutto semplice. Eppure ci sono alcuni punti che meritano di essere esaminati. Cercando di compensare la cosiddetta "torsione" si sviluppa facilmente l'abitudine a compensare troppo, dando troppo piede destro e nello stesso tempo un po' di alettone sinistro, volando così sempre con l'ala sinistra bassa, in una leggera scivolata sulla sinistra. È semplicemente un'abitudine che viene dall'apprensione. È vero che molti aerei diventano subito pesanti d'ala e necessitano di una costante pressione sull'alettone solo per rimanere livellati. Ma questa condizione dovrebbe venire corretta a terra tarando e trimmando

¹ Evidentemente, quando il testo è stato scritto, l'uso del girodirezionale non era ancora diffuso, almeno sugli aeroplani da addestramento. [N.d.T.]

l'aeroplano, e anche quando un pilota si venga a trovare in volo con un aereo del genere, non esiste mai una valida scusa per volare con un'ala bassa. Il rimedio è semplice: tenere le ali livellate con un attento controllo della posizione delle ali rispetto all'orizzonte, ed usare quel tanto di piede che serve per impedire all'effetto "torsione" di farci deviare.

Nel volo con scarroccio laterale, col vento al traverso, c'è sempre una forte tentazione di dare piede "per opporsi alla deriva": uno si vede andare alla deriva rispetto al terreno verso sinistra, e un po' di piede destro salta fuori senza che ce ne accorgiamo. Gli allievi lo fanno invariabilmente, ma anche piloti di lunga esperienza sono stati colti sul fatto (come per esempio l'autore). La tendenza a considerare il movimento rispetto al terreno più importante, più "reale" rispetto a quello nell'invisibile aria, sembra essere particolarmente radicato. Le ragioni per cui la deriva non può venire fermata col timone, anzi di fatto non può venire fermata affatto, sono state esaminate precedentemente in questo libro. Il rimedio è semplice: non fatelo.

COME SI VOLA CON LA BUSSOLA

Volare seguendo una rotta in base alla bussola è una cosa che l'allievo pilota quasi certamente non riuscirà a fare quando ci prova per la prima volta. Cercherà di mantenere la direzione con riferimento costante alla linea di fede della bussola: nel momento in cui la linea di fede si sposta, egli farà una virata di correzione; in breve, cercherà di volare diritto seguendo la bussola. È impossibile. Appena l'aereo è in virata, per quanto leggera, la bussola impazzisce e non dà più i corretti valori di direzione. Questo accade perché durante la virata (anche una virata con scivolata) la bussola, essendo liberamente sospesa nel suo contenitore, si inclina da una parte o dall'altra, e, una volta inclinata, l'attrazione verticale del campo magnetico terrestre si fa sentire e fa ruotare il tamburo della bussola.

Sarà utile al pilota sapere come la bussola sbaglia. Quando il muso dell'aereo punta verso Nord, la bussola ritarda ad indicare la virata, o addirittura si comporta come se l'aereo stesse facendo una virata a destra mentre in realtà vira a sinistra e vice versa. Quando il muso dell'aereo punta a Sud, la bussola è ipersensibile alle virate: anche una leggera virata a destra la farà comportare come se ci fosse una pronunciata virata a destra, una leggera virata a sinistra la farà comportare come in presenza di una rapida virata a sinistra. Quando il muso dell'aereo punta a Est o a Ovest, la bussola non è sfavorevolmente interessata dalle virate, le mostra grossomodo come sono, ma con l'aereo su queste prue la bussola impazzisce se alziamo o abbassiamo il muso, o se facciamo brusche variazioni di potenza: in questi casi indicherà delle virate inesistenti! La bussola si comporta meglio quando l'aereo è diretto a Sud-Est o a Sud-Ovest. Se mai vi doveste trovare sopra le nuvole senza strumenti giroscopici, e doveste attraversarle, o in qualsiasi altra situazione in cui foste obbligati ad usare la

bussola come un indicatore per il volo in condizioni strumentali, volate in direzione Sud-Est o Sud-Ovest.

Fatta salva questa eventuale eccezione, non è possibile condurre un aereo secondo una rotta rettilinea usando la bussola, perché non si può usare la bussola a meno che l'aereo non voli secondo una traiettoria rettilinea! Per volare seguendo una rotta magnetica, bisogna andare dritti con l'aereo facendo riferimento al terreno sottostante, o ad una nuvola lontana, o alle stelle (oppure, se ci si trova nelle nuvole, riferendosi ad uno speciale strumento giroscopico per il volo strumentale). Bisogna mantenere una traiettoria rettilinea anche se si avesse una forte sensazione di star volando nella direzione sbagliata. Volate dritti per un 10 secondi, magari di più, in modo che la bussola sia ben stabilizzata; osservatela solo allora, prendete nota della lettura, volate dritti per altri 10 secondi, effettuate un'altra lettura, e solo allora, se la direzione dovesse essere sbagliata, effettuate una virata di correzione.

Anche questa virata, tuttavia, non deve essere quantificata con riferimento alla bussola, ma al terreno, alle nubi o alle stelle (o a speciali strumenti per il volo strumentale). Non ha nessun senso cercare di "spingere" la bussola nella direzione giusta, perché, ancora una volta, non appena si vira, e fintantoché si sta virando, la bussola impazzisce, e le sue indicazioni sono pressoché senza senso, se non per un pilota strumentale esperto che conosce tutti i suoi tranelli.

IN ARIA TURBOLENTA

È in aria turbolenta che volare dritti diventa un'arte, e la cosa interessante al proposito è che uno lo può fare in maniera del tutto sbagliata e non saperlo mai: uno pensa che l'aria è molto più turbolenta di quanto non sia veramente, ed effettua azioni correttive non necessarie. Questa cosa è successa all'autore per molti anni, finché un bravo istruttore militare non lo ha corretto.

Anche in questo caso, come in alti nell'arte del volo, la cosa che viene spontaneo fare è la cosa sbagliata: la reazione giusta deve essere acquisita con attenzione per mezzo di un addestramento appropriato. La cosa che viene spontanea è usare i comandi indipendentemente l'uno dall'altro per mantenere il volo rettilineo e livellato: quando un'ala cade giù, la tiriamo su con l'alettone. Quando il muso si scosta dalla direzione giusta, gli diamo una pedata col timone. Tutto questo è sbagliato, e tutti quelli che capiscono fino in fondo il funzionamento dei comandi dovrebbero accorgersene; e nonostante questo la cosa merita di venire approfondita.

La cosa giusta da fare è usare sempre i comandi in modo coordinato, anche quando potrebbe sembrare a tutta prima noioso ed inutilmente laborioso. La cosa fondamentale è che il volo rettilineo consiste in una serie di irate ad "S", talmente dolci che le "esse" finiscono per diventare una linea dritta.

La cosa può sembrare astrusa. La cosa migliore per far chiarezza potrebbe essere un filmato ravvicinato e al rallentatore di un pilota che vola in aria turbolenta nel modo sbaglia-

to, con in più una colonna sonora per mettere in parole quel che pensa nel frattempo. Cominciamo: l'ala destra si abbassa: subito il pilota pensa: "Ecco la ragione per cui ci sono gli alettoni" e subito tira su l'ala impiegando gli alettoni. Non usa il timone perché pensa: "il muso punta sempre nella direzione giusta; non devo virare, quindi non ho bisogno di dare piede".

Notate bene che questo ragionamento contiene due errori: il primo è che il pilota dimentica l'effetto di imbardata inversa e come il timone deve sempre accompagnare l'impiego degli alettoni per rimediare al pasticcio che questi determinano; il secondo è che egli pensa al timone come al comando che determina la virata, dimenticando che un aereo non vira grazie all'azione del timone, ma grazie ad un'inclinazione laterale ed al sostegno del muso ottenuto con la pressione all'indietro sulla barra.

Il nostro film va avanti: appena il pilota dà alettone a destra, l'ala sinistra viene su abbastanza velocemente, ma quello stesso alettone che la fa alzare imbarda anche l'aereo sulla sinistra. La prima cosa che il pilota percepisce, è che le ali sono ora livellate, ma il muso è deviato sulla sinistra. Tuttavia egli non riesce a mettere insieme causa ed effetto: invece di individuare la responsabilità dell'alettone per l'imbardata, e di usare i comandi con la giusta coordinazione da lì in avanti, egli pensa: "Sta venendo su della turbolenza, è stata questa che mi ha fatto deviare". Oppure, peggio ancora, pensa: " Non ho tirato su quell'ala in tempo, la ho lasciata inclinata troppo a lungo, e lei mi ha fatto virare; la prossima volta cercherò di essere un po' più svelto con l'alettone". Dove *più svelto* è un modo gentile per dire *più brusco*, cosa che renderà l'effetto di imbardata inversa ancora più pernicioso.

In ogni caso, egli vede che il muso ha deviato a sinistra rispetto alla rotta giusta, e voilà, una bella pedata dove ci vuole, col timone. Forse lo fa per ignoranza, e pensa che il timone è il comando che serve per far virare l'aereo; oppure, più probabilmente, il guaio è che egli non pensa che questo riallineamento del muso sia una virata vera e propria. Egli pensa che sta soltanto *tenendo l'aereo diritto*. "Il muso mi è scappato di lato - pensa - ma io glielo impedisco: e do piede per rimetterlo nella direzione giusta".

Notare che il suo errore è qui: di fatto, quella piccola correzione è una virata vera e propria. L'aereo sta andando dalla parte sbagliata, e il pilota lo fa andare da quella giusta. Egli quindi varia la direzione del volo, e quello che compie è una vera e propria virata, per quanto leggera. E non ci sarà mai virata ben fatta usando il solo timone.

Il film va avanti: appena il pilota dà piede destro, il muso torna in modo relativamente rapido nella originaria giusta direzione. Ma l'aereo nel suo insieme - la sua consistente massa, che viaggia a 130 nodi - mantiene il movimento nella vecchia - per quanto sbagliata - direzione per alcuni momenti, scivolando nell'aria di traverso: qualsiasi aereo lo farà se si cerca di farlo virare agendo sul solo timone. Questa imbardata esercita una piccola fastidiosa pressione sullo stomaco e

sull'orecchio interno del pilota "Caspita - egli pensa - sono andato a finire in una turbolenza". La scivolata, continuando per un secondo o due, agisce ora sulla stabilità intrinseca dell'aeroplano, ovvero la sua tendenza ad opporsi a scivolata o imbardate: quindi l'ala destra si abbassa.

Di nuovo il pilota non è in grado di collegare causa ed effetto. L'unica cosa che vede è che l'ala destra è bassa. "Caspita - pensa - questa è turbolenza bella e buona" e si mette al lavoro tirando su l'ala destra con l'uso dell'alettone. Ancora una volta non capisce perché dovrebbe usare il timone, perché al momento l'aereo punta nella direzione giusta. Ancora una volta l'effetto di imbardata inversa lo fa deviare, questa volta a destra, e così tutta quanta la storia si ripete.

Il rimedio è ovvio: basta usare i comandi nel modo giusto. Non usare l'alettone senza dare contemporaneamente piede per contrastare l'effetto di imbardata inversa.

Liberiamoci da ogni residuo dell'idea che il timone dovrebbe essere usato solo per iniziare o arrestare una virata: per volare correttamente su un aereo convenzionale, il timone deve essere sempre impiegato quando si usano gli alettoni, anche se questi sono usati solo per contrastare l'effetto di una raffica.

Per concludere, non cerchiamo di eseguire delle virate, per quanto leggere, col timone soltanto: eseguiamo anche il più piccolo cambiamento di direzione per mezzo di una regolare irata, inclinandoci correttamente, coordinando piede ed alettone, mantenendo l'inclinazione finché non è stata raggiunta la direzione desiderata, quindi livellando le ali, coordinando in modo corretto barra e timone.

In questo modo l'aria turbolenta diventerà molto più tranquilla!

COME SI FA A LIVELLARE

Mantenere un'altitudine costante è piuttosto facile in aria calma, una volta che abbiamo trimmato correttamente l'aereo per il volo livellato. Esistono diversi metodi per livellare l'aereo per la crociera dopo una salita; quale metodo si usi fa poca differenza, ma è importante usare sistematicamente un metodo, altrimenti ce ne staremo ad annaspere per un quarto d'ora.

Ecco alcuni metodi. Al raggiungimento della quota di crociera desiderata (o subito prima), spingiamo il muso in basso con l'equilibratore finché l'anemometro segna la velocità di crociera desiderata. Allora, agendo sull'equilibratore in modo da mantenere quella velocità, regoliamo la manetta finché il volo non sarà livellato; alla fine, regoleremo il trim in modo da *eliminare ogni sforzo sulla barra*, cioè in modo che non sia necessario applicare alcuna pressione sull'equilibratore, né in un verso né nell'altro.

Un altro modo per fare la stessa cosa è questo. Al raggiungimento della quota desiderata, regoliamo la potenza per i giri che vogliamo mantenere in crociera, quindi, per mezzo dell'equilibratore, manteniamo il muso più alto o più basso co-

me necessario per ottenere il volo livellato, mantenendo nel frattempo stabili i giri con le necessarie correzioni della potenza. In questo modo, alla fine arriveremo ad una posizione dell'equilibratore e ad una velocità indicata che potremo mantenere insieme al volo livellato e al regime di giri desiderato. Alla fine, regoleremo il trim in modo da eliminare ogni sforzo sulla barra.

Un altro sistema è questo. Saliamo oltre la quota pianificata di un paio di centinaia di piedi, regoliamo la manetta in funzione della potenza di crociera, quindi scendiamo alla quota desiderata con una planata leggera, guadagnando così la velocità di crociera desiderata. Questo metodo viene spesso usato sui grossi aeroplani, perché questi velivoli, se li si livella nel modo ordinario, impiegano diversi minuti ad accelerare alla velocità di crociera, tenendo quindi il pilota inutilmente concentrato sui comandi.

In ogni caso, tuttavia, è importante adottare un metodo ed essere decisi. La tendenza è sempre quella di non livellare con sufficiente decisione, e di continuare a salire. Tutto questo è parte di una tendenza generale, comune alla maggioranza dei piloti, di "impigrirsi" mentalmente su tutte le condizioni di volo in cui si trovano o si sono trovati per un po'. Lo stesso atteggiamento mentale ci renderà riluttanti, dopo un lungo volo di trasferimento, a rallentare l'aereo abbastanza per eseguire un buon avvicinamento e un buon atterraggio.

COME SI MANTIENE LA QUOTA

Mantenere la quota costante in aria turbolenta è difficile e richiede parecchia concentrazione. A parte le quote molto basse, non è possibile stimare le perdite o i guadagni di quota guardando il terreno. Per questa ragione è importantissimo buttare l'occhio sull'altimetro ogni pochi secondi (senza tuttavia lasciare che la concentrazione di blocchi su di esso), percepire ogni più piccola variazione di salita o discesa, ed effettuare subito le dovute correzioni.

La prontezza con cui si effettuano le correzioni è vitale per due ragioni: prima viene percepita la salita o la discesa, più piccola e meno brusca sarà la correzione, quindi più sarà dolce il volo. E con la quota che non varia mai molto e le correzioni che non sono mai violente, il problema del ritardo di risposta dell'altimetro sarà meno seccante². Se ci troviamo improvvisamente a 1,100 piedi, quando dovremmo essere a 1,000 e vogliamo perdere quota rapidamente, l'altimetro può trovarsi in ritardo rispetto ai valori effettivi: potrà segnare 1,025 piedi quando siamo già tornati a 1,000, facendoci scendere troppo: dopo pochi istanti l'altimetro si sarà riallineato rispetto alla realtà e segnerà 975 piedi. Quindi il ritardo dell'altimetro, così come ogni altro ritardo percettivo, ci fa-

² Gli altimetri moderni hanno problemi di ritardo di risposta francamente poco significativi, ciò non di meno l'osservazione dell'Autore si può applicare, anche con riferimento alla strumentazione moderna, al variometro, i cui ritardi sono tuttora presenti e in gran parte non eliminabili, data la tecnica costruttiva di tale strumento [N.d.T.].

rà esagerare l'azione sui comandi rendendo il volo non confortevole.

Allora come si fa a guadagnare o perdere quota per mantenere la quota desiderata? La tecnica comunemente accettata è quella di usare la barra, alzando o abbassando il muso di quanto basta, regolando la manetta in modo da mantenere costanti i giri del motore³.

Così, se un'ascendenza ci fa salire, dobbiamo abbassare il muso. Questo, naturalmente, ci fa prendere velocità; ricordiamoci sempre che l'equilibratore è in realtà il comando che regola la velocità. Noi quindi impediamo che il motore prenda troppi giri tirando indietro la manetta. Se una discendenza ci fa scendere, dobbiamo tirare su il muso, e, appena l'aereo inizia a perdere velocità, dobbiamo evitare che il motore perda giri dando manetta.

Questa è attualmente la tecnica ufficiale. Forse però non dovrebbe essere così. Essa in effetti consente di mantenere la quota con maggior precisione rispetto ad altre tecniche; d'altra parte il mantenimento così rigoroso della quota non è così importante come ce lo fanno sembrare le nostre attuali tecniche di addestramento. È importante nelle riprese aerofotografiche, in alcune fasi del volo militare, e soprattutto nei circuiti attorno agli aeroporti dove si esercita il volo scuola, in alcune fasi del volo strumentale, e, soggettivamente parlando, come riprova di un'astratta forma di abilità, durante gli esami dei piloti. Non è invece importante nella maggior parte delle fasi del volo.

Per di più questa tecnica di mantenimento della quota ha il serio svantaggio che insegna un uso dei comandi, manetta e barra, che è l'esatto contrario della loro vera funzione e il contrario anche del modo in cui essi sono usati nel volo strumentale. Essa contribuisce a ficcare nella testa dei piloti la pericolosa, e comprovatamente letale nozione che il modo per far andare in su un aeroplano è di tirare sul cosiddetto "elevatore". In più c'è un altro svantaggio. Quando l'aria è turbolenta, questa tecnica spesso forza il pilota a velocità molto elevate (scendere dolcemente solo per evitare di essere portati su da un'ascendenza); tuttavia, in aria turbolenta, velocità eccessive determinano carichi eccessivi durante le raffiche, che possono mettere a repentaglio la struttura dell'aereo.

Una tecnica migliore per mantenere la quota potrebbe essere questa: il pilota mantiene ferma la barra (quindi costante la velocità), e corregge la quota dando o togliendo manetta. Perché, alla fine, solo una cosa potrà far salire l'aereo: la manetta, cioè a dire la potenza. Bisogna ammettere che questo metodo è più lento nel produrre le correzioni di quota, ma impiega i comandi in modo più corretto e insegna all'allievo reazioni più coerenti.

Nella pratica del volo, la migliore risposta al problema del mantenimento preciso della quota è spesso: non mantenere la

³ Naturalmente ci si riferisce, come sempre nel testo, ad eliche a passo fisso [N.d.T.].

quota. Durante un giornata con aria instabile, la crociera più confortevole ed efficiente verrà fuori se ci limitiamo a lasciare che la prossima discendenza annulli quel che aveva prodotto l'ascendenza precedente, limitandoci a mantenere una regolazione della potenza in funzione della velocità indicata che alla fine ci mantiene ad una quota media costante.

IL FISSARSI DELL'ATTENZIONE

Sia come sia, nelle manovre di precisione, così come sono richieste per esempio durante gli esami di abilitazione, bisogna mantenere quote costanti. Per mantenerle, è ancora una volta della massima importanza percepire le più piccole variazioni; e, per fare ciò, dobbiamo concentrarci sull'altimetro, e, a questo riguardo, c'è un rischio.

Non dobbiamo lasciare che la nostra attenzione si blocchi sull'altimetro, perché se questo capita, qualche altra cosa nel nostro volo andrà storta. E nello stesso tempo non lasciamo che la nostra concentrazione si blocchi su qualsiasi altra cosa (la deriva, per esempio) perché se lo facciamo, l'altimetro se ne andrà per suo conto. Forse questa è la più importante caratteristica mentale di un buon pilota: il fatto che la sua attenzione è sempre dilatata, diffusa, mobile, mai concentrata su un solo aspetto. Forse è per questo che si diceva che i piloti veramente buoni sono un po' tonti, o comunque non troppo intelligenti, e che un uomo troppo intelligente sarebbe stato un pilota da poco: l'uomo intelligente, avvezzo allo studio, è addestrato a concentrarsi su una cosa alla volta, con esclusione di tutte le altre, e di rimanere concentrato su di essa finché non l'abbia risolta o terminata.

Questo non lo si può fare con gli altimetri. Un istruttore militare una volta ha raccontato all'autore un trucco che si è sempre dimostrato utile: "non concentrarti mai sull'altimetro abbastanza a lungo da riuscire a leggerlo" ha detto. "Dagli solo un'occhiata, quindi continua guardare al terreno, all'orizzonte e così via. L'occhio memorizzerà l'immagine del quadrante, quindi potrai leggerlo con comodo mentre guardi qualcos'altro!"

A questo riguardo, sembra consigliabile per un allievo studiarsi per bene l'aspetto dell'altimetro e far pratica a leggerlo stando a terra. Avete mai fatto caso a quanto spesso la prima interpretazione istintiva dell'altimetro è sbagliata? Vediamo la lancetta a 300 quando dovrebbe trovarsi a 400, e la nostra prima reazione è quella che pensiamo di essere troppo alti, e latrati abbagli del genere. Per l'aereo da famiglia del futuro, qualcuno dovrebbe progettare un altimetro fatto come il termometro di casa. Aiuterebbe i piloti a volare meglio e contribuirebbe a superare il senso di soggezione che la persona normale prova di fronte al pannello strumenti di un aereo.

Ancora sul problema del "blocco" dell'attenzione, e su quello del rimanere mentalmente nella condizione di volo in cui ci si trova: Certamente non siamo possiamo permetterci, durante un test di volo, di osservare l'altimetro mentre torna da un valore errato a quello giusto. La tendenza a fare questo è for-

tissima. Tutto quel che possiamo permetterci di fare è di dargli una rapida occhiata, prendere nota del fatto che siamo troppo bassi, tirare un po' indietro la barra e dare un po' di manetta, e mantenere la nostra attenzione mobile sulle cose su cui dovrebbe passare: traiettoria di volo, coordinazione, pianificazione del volo e così via. Quindi, dopo un minuto o giù di lì, l'aereo sarà certamente tornato alla quota giusta, ed è qui che noi probabilmente faremo un errore.

Vediamo l'altimetro che segna la quota giusta, e non pensiamo a quello che abbiamo fatto un minuto prima: dimentichiamo che l'aereo si trova in un assetto di leggera salita. L'aereo non sembra salire, si trova proprio alla quota giusta, e noi siamo istintivamente riluttanti a ridurre la potenza e ad abbassare un po' il muso. Ma se non eliminiamo la correzione che abbiamo fatto un minuto prima, fra un altro minuto ci troveremo sopra la quota desiderata!

Questi sono i mal di testa del volo di precisione.

La planata è la manovra che dimostra all'allievo che, tutto sommato, volare non è così semplice, che l'aeroplano ha un suo pervicace modo di non andare dove noi vogliamo che vada. Le altre manovre di base, la salita, la virata, il volo rettilineo e livellato, sono pure assai difficili da eseguire con precisione. Ma durante queste manovre noi di solito ci troviamo ben alti in aria, e la penosa instabilità dei comandi non si manifesta così chiaramente. Un miglio più in alto, un paio di centinaia di piedi in più o in meno non facevano una gran differenza, la lancetta dell'altimetro punta a un numero diverso sul quadrante: tutto lì. E un miglio più in alto, possiamo trovarci mezzo miglio più a destra o più a sinistra rispetto alla posizione desiderata, e facciamo fatica ad accorgercene, se non ci guardiamo proprio bene. Ma la discesa ci riporta indietro, ci allontana da quegli spazi d'aria vasti miglia e miglia, giù verso lo stretto e limitato spazio terrestre, finché l'aereo deve alla fine arrivare, con uno scarto di pochi piedi, esattamente in quel preciso punto sulla pista. E quando l'allievo ci prova per la prima volta, arriva lungo o corto rispetto al punto desiderato di migliaia di piedi!

Ci sono due ordini di difficoltà nella discesa. Uno è un problema di percezione: l'occhio non addestrato non riesce a giudicare con sufficiente precisione dove l'aereo sta andando a finire. L'altra difficoltà è costituita da un problema di controllo: durante la discesa, la risposta dell'aereo alla barra è quasi l'esatto contrario del senso comune. Prima o dopo, quando la discesa porta vicini al terreno, anche l'occhio del pilota non addestrato percepisce che sta mancando il punto desiderato, e "naturalmente" egli vuole eseguire l'azione correttiva necessaria. Se sta arrivando lungo, egli "naturalmente" punterà l'aereo più in basso secondo una traiettoria più ripida, ma la sua reazione "naturale" gli servirà solo ad arrivare ancora più lungo. Allo stesso modo, se sta arrivando corto, egli "istintivamente" vuole puntare il muso meno in basso cercando di prolungare la planata. Ma anche questa volta questa reazione istintiva avrà come unico risultato quello di farlo cadere ancora più corto e di fatto può causargli uno stallo, con vite e schianto finale.

Il problema della percezione nella planata verrà trattato in un altro capitolo di questo libro. Questo capitolo affronta il problema del controllo: cosa il pilota deve fare per far scendere l'aereo più o meno ripido, e, altrettanto importante, cosa deve guardarsi dal fare.

DOBBIAMO "INTERPRETARE" LE PLANATE?

Alquanto curiosamente, Al giorno d'oggi questa è considerata una conoscenza "vietata". Normalmente non se ne parla agli allievi. Gli istruttori di volo ritengono che un allievo non dovrebbe fare nessun tentativo per rendere la planata più o me-

no ripida, che dovrebbe sempre adottare lo stesso rateo di discesa, cioè a dire la stessa velocità di discesa, lo stesso assetto dell'aereo, la stessa pendenza della planata. L'impegno di portare l'aereo giù, esattamente sul punto di contatto, è caricato interamente sulla capacità di percezione del pilota: invece di "interpretare" la planata, dovrebbe farlo con le virate e il circuito di traffico; deve individuare correttamente il punto di contatto e indovinare quando è il momento di chiudere la manetta e iniziare la planata. A questo punto deve manovrare sapientemente su uno dei diversi circuiti di avvicinamento, e deve trovare l'attimo giusto per la virata finale verso il punto di contatto, e durante tutto questo mantenendo il famoso rateo di planata "costante".

Ci sono buone ragioni per questa pratica. Valutare "ad occhio" la planata è così difficile, che un allievo non riesce a farlo se tutte le volte che affronta un avvicinamento usa un diverso rateo di planata, o una diversa velocità o una diversa pendenza, o se cambia la pendenza della planata nel bel mezzo di ogni avvicinamento; far questo significherebbe introdurre troppe variabili in un problema che è già di per sé abbastanza complicato, e l'allievo rimarrebbe confuso. Oltre a ciò, il controllo della planata a volte richiede che il pilota rallenti l'aereo, magari al punto da farlo volare prossimo alla velocità di stallo: gli istruttori non ne vogliono sapere di voli lenti da parte di allievi che ancora non percepiscono in maniera istintiva velocità e sostentamento. Specialmente vicino al terreno, quando l'allievo è sempre in qualche modo teso, e occupato ad arrivare giusto sul punto di contatto, e quindi non gli è rimasta molta attenzione da dedicare alla velocità e alla "portanza" dell'aereo, questo modo di volare facilmente va a finire con uno stallo, una vite e uno schianto.

Queste obiezioni, tuttavia, riguardano tutte solamente l'addestramento: il problema di *imparare* a volare piuttosto che quello di volare in sé. I piloti esperti di fatto interpretano eccome le loro planate. Di fatto l'abilità nel controllo della planata è quasi la cosa più importante del mestiere del pilota. E ci sono delle ottime ragioni per cui anche l'allievo pilota dovrebbe almeno sapere e capire come si controlla una planata, per cui dovrebbe essergli comunque consentito, pur con l'assistenza dell'istruttore, di fare qualche prova di controllo della planata. Perché, come abbiamo evidenziato, quando l'allievo si accorge che sta arrivando lungo o corto, è portato a fare dei tentativi per rendere la planata più o meno ripida, che l'istruttore sia d'accordo oppure no. Se nel caso di un vero e proprio atterraggio di emergenza sta arrivando corto, il suo tentativo di allungare la traiettoria della planata sarà esasperato fino alla disperazione. Tuttavia i suoi tentativi di controllare la planata, ispirati dal naturale buon senso, sono esattamente il contrario di ciò che è giusto fare, e nel caso che arrivi corto in un atterraggio di emergenza lo porteranno allo stallo e alla vite. Pertanto, mostrandogli come si controlla la pendenza di una planata, non solo egli saprà come fare, ma saprà anche, *ipso facto*, cosa non deve fare; e nel volo

la conoscenza di ciò che non va fatto è spesso la parte più importante della sapienza.

IL SEGRETO DEL CONTROLLO DELLA PLANATA

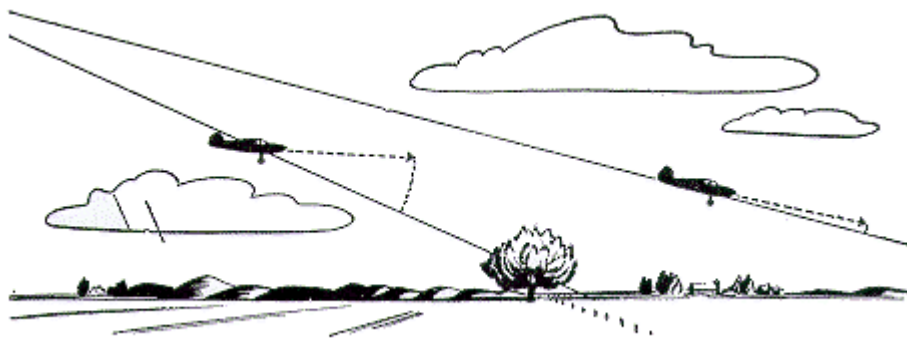
Il segreto del controllo della planata è presto detto: se vogliamo scendere più ripidi, puntiamo il muso in basso in modo meno ripido. Se vogliamo scendere meno ripidi, buttiamo giù il muso in modo più ripido. Questo è tutto quel che c'è da fare! Questo naturalmente è vero soltanto entro certi limiti, soltanto di manovre che possono essere propriamente chiamate planate, non certo per brusche affondate o stalli belli e buoni. Il muso di solleva o si abbassa soltanto di poco, ma quel poco è sorprendentemente efficace. La regola che abbiamo appena dato naturalmente va in direzione contraria al buon senso, contraria a tutte le esperienze che possiamo ricavare dall'automobile, dalla slitta, dalla barca, e da altri veicoli terrestri. E, poiché è contraria all'esperienza individuale, è estremamente difficile fare la cosa giusta - specialmente durante un'emergenza, quando il controllo della planata è veramente fondamentale; ed è estremamente difficile trattenersi dal fare la cosa sbagliata. Ma in realtà la cosa è perfettamente logica ed in totale accordo col buon senso. Se possiamo vedere il buon senso che è in essa con sufficiente chiarezza, non sarà così difficile applicarla.

Cominciamo con un caso semplice; un caso talmente semplice che non è realistico. L'aspetto realistico lo aggiungeremo più tardi. Supponiamo che la giornata sia completamente calma. Un allievo sta volando con un aeroplano che viaggia a 90 nodi ed ha una velocità di stallo di 40 nodi. L'allievo esegue le planate a 65 nodi esatti, dato che quella è la velocità che l'istruttore gli ha dimostrato essere quella "normale" di planata di quel particolare aereo. Egli sa esattamente che rumore fa quell'aereo a quella velocità, qual è la risposta dei comandi, quanto il muso punta in basso, e così via. Quali sono gli indizi che ci danno l'idea della velocità e della "portanza" lo abbiamo già esaminato in un precedente capitolo di questo libro. E l'allievo sa anche approssimativamente che pendenza dovrebbe avere la planata normale del suo aereo. Supponiamo che questa sia 1:10, per ogni piede di quota l'aereo ne percorre 10 in distanza.

Ora dobbiamo esaminare per prima cosa questa "discesa normale". Perché l'istruttore ha definito proprio questa particolare discesa come "normale"? Perché non ha raccomandato di scendere a 80 nodi oppure a 50?

L'istruttore ha stabilito che questa è la discesa "normale" soprattutto perché questo è il migliore compromesso fra due mali. Se l'allievo scendesse più veloce, arriverebbe alla quota del terreno con troppa velocità che dovrebbe dissipare prima di essere in grado di eseguire un atterraggio su tre

punti, dato che un atterraggio su tre punti viene eseguito alla velocità di stallo, o giù di lì¹.



Il segreto del controllo della traiettoria di discesa: se si desidera scendere più ripidi, bisogna puntare il muso meno in basso. Se vogliamo scendere meno rapidamente, buttiamo giù il muso un po' di più.

Perdere tutta quella velocità significherebbe una lunga "retta", un atterraggio con un aereo che "galleggia", e questo galleggiamento è il pericolo numero uno. Il pericolo numero due è la perdita di controllo durante un vero stallo. Se l'allievo planasse col suo aereo molto più lentamente rispetto alla planata "normale", potrebbe stallare inavvertitamente, specialmente dal momento in cui la sua attenzione è sul terreno piuttosto che sull'aereo. Inoltre, come è stato evidenziato nel capitolo sugli alettoni, i comandi dell'aereo diventano in una certa misura inefficienti e traditori durante il volo lento, anche se l'aereo non è propriamente stallato. Quindi la planata normale è il compromesso fra una velocità pericolosamente bassa e un eccesso di velocità che diventa difficile da gestire.

LA PLANATA NORMALE

Dato che è un compromesso fra eccessiva velocità ed eccessiva lentezza, la planata "normale" è anche la planata più efficiente dell'aeroplano. Essa è quella che determina la traiettoria di discesa più dolce: quella secondo la quale l'aereo copre, per una data perdita di quota, la distanza più lunga. Questo fatto e le ragioni di questo fatto, sono il punto nodale di tutta la questione del controllo della planata. Esso dovrebbe quindi venire chiaramente inteso. Se vogliamo planare con un aereo molto velocemente, noi dobbiamo puntare il muso molto in basso, dal momento che ad alta velocità la fusoliera, il carrello, il motore e l'elica sviluppano una fortissima resistenza. Per questo una planata molto veloce determina una traiettoria di discesa ripida. L'aereo del nostro esempio, che plana con un'efficienza di 10:1 a 65 nodi, avrebbe forse un'efficienza di solo 6:1 a 80 nodi. Di fatto nel linguaggio

¹ L'impiego del carrello a triciclo, oggi diffuso, non toglie a questo passo un punto della sua attualità. Pur essendo meno critico, il carrello a triciclo non esime il pilota dal controllo puntuale della velocità di avvicinamento.

dei piloti questa manovra non si chiamerebbe affatto planata, bensì picchiata.

Ma se, d'altra parte, noi planiamo troppo lentamente con l'aeroplano, otteniamo anche in questo caso una traiettoria di discesa ripida. I piloti direbbero che la ragione è che in questo caso l'aereo sta con l'assetto troppo cabrato. Gli ingegneri direbbero che la ragione è che nel volo lento l'aereo avanza ad alto angolo di incidenza, e che viene frenato dall'eccessiva resistenza indotta.

Le due espressioni hanno lo stesso significato. Se l'aereo del nostro esempio fosse portato in planata a 50 nodi, il muso sarebbe livellato, punterebbe all'incirca all'orizzonte, più o meno dove punta nel normale volo in crociera. Ma non andrebbe dove punta il muso, bensì sprofonderebbe continuamente, essendo appunto l'angolo fra dove punta e dove effettivamente si dirige l'angolo di incidenza. La sua traiettoria effettiva di volo sarebbe ripida. Per questo una planata molto lenta si risolve in una ripida discesa.

La planata "normale" quindi è un compromesso fra una planata troppo lenta ad assetto cabrato e una picchiata troppo veloce tipo picchiata. Negli aerei di disegno convenzionale, questo compromesso ottimale fra picchiata troppo veloce e affondata troppo lenta si riscontra a velocità all'incirca medie fra quella di stallo e quella di crociera. In aere eccezionalmente puliti, tende ad essere più veloce, più prossima alla velocità di crociera. In aerei gravati da un mucchio di aggeggi come sostegni, sporgenze, abitacoli aperti, motori senza carenatura, la planata normale tende ad essere più lenta, un po' più prossima alla velocità di stallo. Ma in ogni caso la planata "normale" è quella che consente la discesa più dolce: quella a cui, in aria ferma, l'aereo coprirà la maggior distanza orizzontale partendo da una quota data.

Questa, quindi, è la condizione di volo dell'allievo che si avvicina al punto di contatto con una "planata normale". Sta facendo planare l'aereo nel modo più efficiente possibile, secondo la traiettoria di volo più dolce possibile. Ed ora, supponiamo che si accorga che sta arrivando corto. Cosa fare?

QUANDO SI ARRIVA CORTI

Quello che vuole fare è ovvio. Vuole alzare un po' il muso, tirando la barra un po' all'indietro, e puntare semplicemente l'aereo un po' meno in giù. E questa è, naturalmente, esattamente la cosa da non fare. Facendo così si rallenta l'aereo, e, appena l'aereo rallenta, procede con maggiore angolo di incidenza, e comincia ad affondare. La linea di discesa si fa più ripida, e la manovra determina l'effetto contrario a quello desiderato!

E non è finita qui. Il peggio è che la traiettoria di volo non diventa più ripida subito. La prima risposta dell'aereo è ingannevole: si verifica infatti un temporaneo galleggiamento che per qualche secondo appiattisce vistosamente la traiettoria di volo. È solo dopo questi pochi secondi, quando l'aereo è effettivamente rallentato, che ha inizio l'affondamento e la di-

scesa più ripida. La prima risposta transitoria dell'aereo tende ad ingannare il pilota facendogli credere che ha fatto la cosa giusta, quando in realtà ha fatto quella sbagliata. Era troppo basso, tanto per cominciare, e istintivamente ha tirato la barra all'indietro. L'aereo galleggia, puntando in avanti senza perdere quota, per il momento, e il pilota pensa, tutto contento: "Bene, ho risolto il problema". A questo punto l'affondata nasce gradualmente, e qualche istante dopo il pilota scopre di essere ancora troppo basso, di essere di nuovo corto. È troppo basso, troppo corto rispetto al campo, in larga misura proprio perché ha tirato su il muso, rallentato l'aereo, facendolo sprofondare; ma lui pensa di essere troppo basso *non ostante* abbia alzato il muso. Quindi pensa: "Ho fatto la cosa giusta, ma evidentemente non abbastanza". Così tira la barra indietro un altro po', e tira ancora un po' più in su il muso, e ancora la prima reazione dell'aereo è un temporaneo appiattimento della traiettoria di discesa, cosa che gli nasconde ancora il fatto che sta continuando a rendere la sua planata meno efficiente. La prima cosa di cui si accorgerà è che non solo ha mancato il campo di un margine ingiustificabile, ma si troverà anche prossimo al terreno, rallentato e prossimo allo stallo, lento e baso, quindi nei guai.

E allora cosa altro potrebbe fare per allungare la planata? In questo nostro esempio, che è in qualche modo fittizio, non può fare proprio nulla. La planata normale è, per definizione, quella secondo la quale l'aereo scende con la traiettoria più dolce. Non fa quindi nessuna differenza se il pilota alza o abbassa il muso: in ogni caso renderà la discesa più ripida. La planata normale che l'aereo sta eseguendo è l'optimum. Facendogli fare qualsiasi altro tipo di planata, le cose necessariamente peggioreranno un po'.

Da quanto abbiamo detto deriva la più sperimentata delle regole del volo: "*Non è possibile allungare la traiettoria di volo*". Come vedremo più avanti, questa regola non va presa alla lettera. Nella pratica del volo, la maggior parte dei piloti non usa la cosiddetta "planata normale"; in più normalmente c'è vento, e il vento ha un ruolo importante nella questione. Ci sono inoltre dei trucchi che ci consentono di allungare la traiettoria di volo. Ma la regola è certamente vera quando si riferisce ad ogni tentativo ingenuo, "istintivo", di prolungare un po' la traiettoria di volo semplicemente alzando il muso un po' più in su.

QUANDO SI ARRIVA LUNGHI

Supponiamo ora che l'allievo, mentre scende con una planata normale, scopra che sta arrivando lungo. Cosa può fare per rendere più ripida la discesa?

A prima vista sembrerebbe che possa fare quel che vuole, sia abbassare che alzare il muso. Abbiamo appena visto che ogni variazione rispetto alla planata normale renderebbe più ripida la traiettoria di discesa. La tendenza naturale dell'allievo sarebbe naturalmente quella di buttare giù il muso, al fine di

scendere più rapidamente. La cosa funzionerà, ma solo a certe condizioni.

Funzionerà se la planata in atto è molto lunga. Se siamo a, diciamo, 5,000 piedi e vogliamo scendere più rapidamente, una ripida e veloce planata, ovvero una leggera picchiata risolveranno il problema. Ma tutta la problematica del controllo della planata nasce solo durante le ultime centinaia di piedi di quota, subito prima dell'atterraggio, e in questo breve lasso di spazio e tempo, buttare giù il muso non ci servirà a scendere più corti. Abbassare il muso determinerà una planata più ripida, ma anche un aumento di velocità, ed è dura prendere velocità quando bisogna invece liberarsene per rendere possibile l'atterraggio. In questo caso quindi la "flare" porterà in avanti l'aereo più o meno dove sarebbe arrivato se non fosse stato fatto alcun tentativo di correzione, e fosse stata sempre mantenuta una discesa normale.

La manovra ci potrebbe fare arrivare ancora più lunghi, e questo perché questo tipo di flare, questo lungo "fluttuare", avverrebbe vicinissimo al terreno, e vicino al terreno l'aeroplano è vistosamente più efficiente di quanto non sia più in alto, nell'aria libera, a causa dell'effetto suolo che comprime come un cuscino lo scarico d'aria delle ali, conferendo quindi alle ali stesse maggior portanza e minor resistenza indotta.

No, se si arriva lunghi, puntare il muso in giù non aiuta. L'unico rimedio è tirare in muso in su e mettere l'aereo in un assetto di discesa cabrata. All'istruttore non piacerà, e non c'è niente da ridire se uno non si può fidare della propria percezione di velocità e "portanza" su quel particolare aeroplano. Però funziona.

BREVE TERMINE E LUNGO TERMINE

Funziona, però, solo con un certo ritardo. La prima risposta dell'aereo, che dura diversi secondi, è un galleggiamento del tipo già descritto; l'affondata e la discesa più ripida hanno luogo soltanto dopo che l'aereo è rallentato. Questo primo galleggiamento può risultare alquanto sconcertante. Abbiamo tirato su il muso perché eravamo troppo alti, perché volevamo una discesa più ripida; e la prima cosa che vediamo è che schizziamo in avanti quasi senza perdere quota! Ma se manteniamo l'assetto per qualche secondo, noi otterremo l'accentuarsi della discesa.

E non avremo solo una discesa più ripida, ma anche l'ulteriore vantaggio di arrivare a quota terreno in un lento volo cabrato, praticamente nell'assetto giusto per atterrare. Non ci sarà quindi nessun fluttuare senza fine, e non solo l'avvicinamento sarà elegante e ripido, ma anche l'atterraggio sarà dolce e corto.

Ma attenzione, le planate lente sono per un allievo come il fuoco per un bambino: deve imparare ad averci a che fare, ma deve imparare con precauzione. Una planata lenta ad assetto cabrato è una condizione prossima allo stallo. In questa condizione non possiamo permetterci di fare virate brutte e scoordi-

nate. Non ci possiamo permettere di tirare la barra o di trascurare per un istante velocità e sostentamento dell'aereo. Dobbiamo reagire correttamente. Se all'improvviso ci accorgiamo di uno stallo, o se sentiamo che il sedile ci manca da sotto, o se un'ala cade, non possiamo permetterci di far uso della barra o di provare avventatamente dando di colpo alettone: se qualcosa va storto, sembra andare storto o suona come se andasse storto, la nostra prima reazione deve essere quella di dare barra in avanti, riducendo così l'incidenza e riacquistando il controllo. Dobbiamo essere sicuri che lo faremo anche se siamo vicini al terreno. È tassativo.

Quanto si possa impunemente rallentare un aeroplano per accentuare la discesa dipende dalle condizioni dell'aria: in aria turbolenta, tutti gli aerei necessitano di una maggiore velocità. Ma ancor più dipende dalle caratteristiche di stallo dell'aereo. Alcuni aerei sono così suscettibili che è meglio non fidarsi mai a rallentare considerevolmente al di sotto della velocità di normale planata. Altri sono così tolleranti che dei piloti un po' esibizionisti a volte li portano a terra praticamente stallati, fra sussulti e vibrazioni e con la barra quasi tutta all'indietro. In questi avvicinamenti estremamente lenti, la linea di discesa è ripidissima. L'aereo però in questi casi non è in condizioni di trasformare la sua discesa nella flare per l'atterraggio: infatti non c'è sufficiente riserva di sostentamento. E se li si lasciasse planare fino al terreno in una tale condizione di volo si comprimerebbe il carrello fino a romperlo. I piloti di questi aerei utilizzano allora la tecnica del "dumping". Subito prima dell'atterraggio, a 50 piedi di quota circa, si lascia andare la barra avanti, facendo cadere il muso. L'aereo allora prende improvvisamente velocità, naturalmente perdendo di colpo quota. La manovra quindi deve venire effettuata con anticipo sufficiente ad evitare di andare a sbattere contro il terreno. Una volta che l'aereo ha riacquisito velocità, si trova in una condizione simile a quella della planata normale, e può venire eseguita una normale flare dopo la discesa, seguita da un normale atterraggio.

QUEL CHE I PILOTI FANNO VERAMENTE

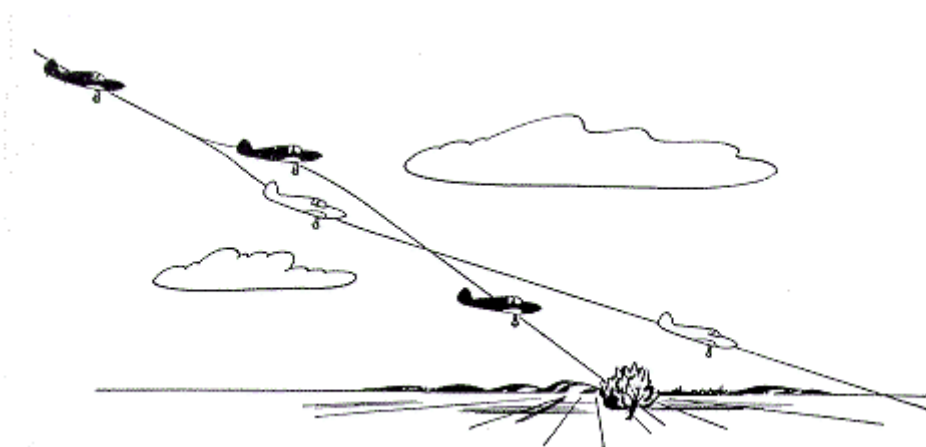
Ma rendiamo ora la storia più aderente alla realtà. Nella pratica normale i piloti esperti non adottano la planata "normale" durante l'avvicinamento, ma una planata molto lenta. Molti piloti di fatto rallentano l'aereo fino al limite della sicurezza, lo fanno planare alla velocità strettamente necessaria per poter mantenere un controllo sufficiente. Nell'aereo del nostro esempio, il pilota esperto avrebbe probabilmente eseguito l'avvicinamento non a 65 nodi, ma qualcosa come 55 nodi, in aria calma anche a 50. Farebbe così per diverse ragioni. In primo luogo, conducendo l'aereo più lentamente, lo porta a terra in una condizione più favorevole per un atterraggio immediato: non vuole avere molta velocità da smaltire o starsi a preoccupare di una eccessiva tendenza a fluttuare. In secondo luogo, la planata più lenta e più cabrata gli consente una discesa più ripida, e la discesa più ripida è più facile da valu-

tare. Non c'è un motivo particolare per planare con un aereo alla velocità di massima efficienza, una traiettoria tesa orizzontalmente è un handicap, non un vantaggio. Alcuni aerei particolarmente efficienti hanno una planata "normale" così dolce, che un avvicinamento in questa condizione è pressoché impossibile da valutare correttamente, e può di fatto diventare pericoloso perché l'aereo dovrebbe essere portato a rasentare gli ostacoli in vicinanza del campo.

COME ALLUNGARE LA TRAIETTORIA DI PLANATA

Ma il vantaggio più importante dell'avvicinamento lento è che questo ci dà la possibilità di allungare la planata.

Facciamo questo esempio: abbiamo un aereo la cui planata alla massima efficienza, ossia quella che dà la planata più dolce, è a 75 nodi. Noi voliamo a 65 nodi. Tutte le volte che temiamo di arrivare corti, ci basta abbassare un poco il muso, e subito l'aeroplano diventerà più efficiente e la sua planata meno ripida.



Il tranello del controllo della planata: quando si fa la cosa giusta, abbiamo prima un risultato negativo, e quello positivo solo più tardi. Tirando su il muso, si accentua il rateo di discesa, ma *all'inizio* si ha un temporaneo innalzamento. Buttando giù il muso, la planata si fa più dolce, ma *all'inizio* si ha un ulteriore abbassamento. Bisogna avere pazienza qualche secondo.

Ecco perché è vero che in pratica si può prolungare la planata. Ecco perché possiamo considerare come regola (una delle regole più importanti dell'arte del volo) il fatto che, durante la planata, se vogliamo scendere più ripidi dobbiamo puntare il muso un po' più in su. E se vogliamo scendere meno ripidi, bisogna puntare il muso un po' più in giù.

Nella pratica, è contro l'istinto spingere la barra in avanti proprio quando uno è troppo basso. L'allievo ci potrà riuscire un po' più facilmente se tiene a mente che i nostri comandi hanno i nomi sbagliati. L'elevatore² non è il comando che serve a far salire e scendere l'aereo, bensì il comando per

² Anche in questo caso ho ritenuto di tradurre il termine anglosassone "elevator" con *elevatore*, invece che con *equilibratore*, come sarebbe giusto in italiano, per rendere più evidente il senso del testo.

regolare l'angolo di incidenza, o, se vogliamo, il comando per regolare la velocità. In questo modo l'apparente contraddizione del lasciar andare la barra in avanti per addolcire la discesa si rivela essere cosa di assoluto buon senso: noi non facciamo altro che regolare il comando della velocità nella posizione (immaginaria) che determinerà la più efficiente velocità di discesa.

Altra cosa che tormenta il novellino è che la prima, temporanea reazione dell'aereo è anche in questo caso l'esatto contrario alla vera risposta, che viene dopo. Abbiamo visto prima che quando, in planata, noi alziamo il muso per rendere più ripida la traiettoria, il primo effetto è un aumento del sostentamento, una temporanea diminuzione del rateo di discesa, e che la discesa si fa più ripida dopo che questo effetto di temporaneo galleggiamento si è esaurito. La stessa cosa succede, cambiata di segno, quando in planata abbassiamo il muso per addolcire la planata. Il primo effetto dell'abbassamento del muso è un deciso aumento di pendenza della planata, una improvvisa, notevole caduta. Questo probabilmente sconcerterà il pilota che ha paura di arrivare corto. Probabilmente dedurrà di aver fatto la cosa sbagliata e si affretterà a tirare su il muso di nuovo. Ma se solo se ne sta tranquillo per un paio di secondi, sentirà che la velocità aumenta e subito si accorgerà che la planata si fa meno ripida. Pochi secondi più tardi, avrà recuperato la precedente perdita di quota, e dopo qualche secondo ancora si troverà più avanti rispetto a dove si sarebbe trovato continuando la planata originaria.

GLI EFFETTI DEL VENTO

Aggiungiamo ora un altro tocco di realismo: gli effetti del vento su questa questione del controllo della planata. Quasi sempre c'è un po' di vento. L'ultimo, più critico tratto dell'avvicinamento si fa naturalmente contro vento, dato che l'atterraggio si esegue contro vento. E questo vento frontale è un aiuto importante per il controllo dell'aeroplano.

Consideriamo prima un caso estremo: supponiamo che, nell'aereo del nostro esempio (che stalla a 40 nodi e ha la massima efficienza a 65 nodi) venga eseguito un avvicinamento contro un vento che soffia a 40 nodi. Ovviamente, alzando il muso fino a rallentare a 40 nodi, il pilota potrebbe ottenere una discesa infinitamente ripida: l'aereo andrebbe giù in verticale, senza alcun avanzamento in direzione frontale. Questa verticalizzazione della planata sarebbe del tutto indipendente dall'assetto cabrato che accompagnerebbe un volo così lento. Sarebbe soltanto un effetto della deriva del vento. L'aereo deriverebbe verso l'indietro con l'aria esattamente alla stessa velocità con cui si muove in avanti nell'aria, quindi non si avrebbe nessun avanzamento reale. Questo è un esempio esagerato, ma il concetto è che, se planiamo contro vento, possiamo rallentare e rendere enormemente più ripida la discesa, senza considerare che voliamo ad assetto cabrato.

Prendiamo un altro caso limite: supponiamo che il vento soffi a 65 nodi. Ovviamente, l'aereo del nostro esempio non

compirà nessun avanzamento se viene fatto volare alla velocità di massima efficienza di 65 nodi: in questa planata non farà che scendere verticalmente verso il basso, a causa della deriva. Per quanto voli con efficienza rispetto all'aria, il suo volo rispetto al terreno non è efficiente.

Ma supponiamo ora che il pilota di quell'aereo faccia una picchiata a, diciamo, 100 nodi addolcendo la discesa: si muoverà allora non più solo verso il basso, ma anche in avanti. Probabilmente potrebbe puntare il muso in basso di 30 gradi e acquistare velocità oltre la normale velocità di crociera, e ancora coprire una maggior distanza che mantenendo la planata alla massima efficienza. La sua planata rispetto all'aria è in questo caso molto meno efficiente, perché è troppo veloce, e l'aereo punta troppo in giù. Ma il suo volo rispetto al terreno sarà più efficiente. Anche questo è un esempio al limite. Il principio generale è che, volando contro vento, si può mantenere la discesa dolce anche planando un po' più velocemente della planata normale, cosa che in aria calma non sarebbe efficiente.

Non conviene dare qui delle quantità esatte, perché tutto dipende dalla velocità del vento e da quella dell'aereo. Ma, in un giorno con vento medio, scopriremo che si può guadagnare efficacemente in distanza puntando il muso in giù più del solito e volando a un 5 nodi più veloci rispetto alla velocità di massima efficienza dell'aereo; e in una giornata ventosa, può convenire fare l'avvicinamento con una leggera picchiata. Al contrario, rallentare la planata di un 5 nodi sarà ben poco conveniente in presenza di vento: la cosa non solo determinerà un assetto cabrato, ma dà al vento maggior possibilità di rallentarci, rendendo quindi ulteriormente ripida la discesa.

Qui una volta tanto abbiamo un caso in cui non c'è da dire "per un verso - ma d'altro canto". Tutte le considerazioni, tenendo conto sia dell'efficienza della planata che della deriva del vento, dimostrano che per accentuare la discesa bisogna puntare il muso meno in alto; così facendo, si diminuisce l'efficienza della planata e si consente al vento di rallentarci. Il sistema per allungare la traiettoria di discesa è di puntare il muso meno in basso. Così facendo, si aumenta l'efficienza della planata, e si lascia al vento meno tempo per rallentarci. Provare per credere.

È MEGLIO ABBASSARE IL MUSO

Dei due trucchetti, accentuare la discesa tirando il muso in su, e addolcire la discesa puntandolo in basso, il secondo è il più importante. Perché ci sono altri sistemi per perdere quota - per esempio scivolare d'ala, o fare delle virate ad "S" - ma non c'è nessun altro sistema per allungare una planata. Ma dei due sistemi, abbassare il muso è anche il più difficile da eseguire, per ragioni psicologiche. Viene istintivo tirare indietro la barra e di allontanare il muso dal terreno, dà fastidio spingere la barra in avanti a puntare il muso verso il terreno, specialmente se siamo davvero bassi e in una reale emergenza. Un pilota che è riuscito a rimettersi da uno stallo o da una vite a bassa quota di solito riferisce che in quel momento

lasciare andare in avanti la barra è stata la cosa più difficile della sua vita.

Quindi ecco una regoletta fatta per aiutare a far la cosa giusta quando, durante una planata, i pensieri si confondono e la tentazione di tirare su il muso diventa troppo forte.

La cosa da tenere a mente è questa: anche se il tentativo di allungare la planata fallisce, anche se manchiamo il punto di contatto, ci troveremo molto meglio se avremo fatto la cosa giusta buttando giù il muso, di come ci troveremmo se avessimo fatto la cosa sbagliata e cercato di allungare la linea di planata tirando il muso in su. Arriveremo a terra in una condizione più favorevole. Ecco perché.

Praticamente l'unico modo per ammazzarsi in aereo è quello di impattare il terreno di muso. Fa poca differenza se l'aeroplano è grande o piccolo, lento o veloce: anche un aereo leggero, se colpisce il terreno col muso, con l'urto uccide il pilota. Ed anche un grosso aereo passeggeri, se viene in contatto col suolo di striscio, in scivolata, magari riesce a non causare ai passeggeri più che uno scossone. La cosa è stata comprovata più volte, con tutti i tipi di aerei che sono venuti giù su tutti i tipi di terreno, comprese foreste, paludi e giardinetti di città. Se l'aereo ha solo pochi secondi dopo il contatto col suolo, durante i quali decelerare, scivolando fino ad arrestarsi, l'urto è sopportabile dal corpo umano.

A parte certi incidenti atipici, praticamente l'unico modo per impattare il terreno di muso è lo stallo o la vite. Pertanto il grosso problema durante un atterraggio fuori campo in emergenza è quello di evitare lo stallo e la vite, e di portare a terra l'aereo in condizioni di controllo. Esso deve possedere velocità e "portanza" sufficienti da rendere possibile una normale richiamata finale o *flare*. Il contatto col suolo deve simile a quello di un normale atterraggio, magari un atterraggio piuttosto veloce. I vecchi, i cui motori piantavano spesso, usavano dire che, dovendo atterrare sul terreno non preparato, la cosa da fare era semplicemente quella di immaginare un bell'aeroporto sotto di sé, e atterrarci sopra.

Consideriamo ora cosa capita a chi è convinto che tirare su il muso allungherà la traiettoria di volo. Più si avvicina il terreno, maggiore sarà l'affanno con cui egli cercherà di allungare la traiettoria, quindi tirerà il muso sempre più in alto. In questo modo è portato ad avvicinarsi al suolo con un volo molto lento, prossimo alla velocità di stallo. Ora, quando alla fine il terreno è proprio vicino e il contatto è imminente, qualsiasi pilota (indipendentemente dall'idea che possa avere sul controllo della planata) sarà probabilmente portato a tirare un po' indietro la barra. Questa è semplicemente una reazione istintiva e pressoché incontrollabile, come abbassarsi o chiudere gli occhi quando ci tirano addosso qualcosa. Su un aereo che plana veloce questa reazione non è pericolosa; di fatto è utile perché viene naturale proprio quando è ora di richiamare per la *flare*. Ma se l'aereo sta planando a velocità vicina a quella di stallo, questa reazione a "schivare" probabilmente indurrà lo stallo, e il conseguente impatto di muso.

E non è tutto. Vicini al terreno, ci sarà probabilmente qualche turbolenza. Normalmente noi voliamo prossimi al terreno in volo lento solo durante il sottovento in vicinanza di un grande campo, dove l'aria è relativamente tranquilla; per questo la maggior parte di noi non ha la dovuta soggezione per la turbolenza dell'aria negli strati bassi sopra un terreno qualsiasi. Questa turbolenza fa soltanto vibrare un aereo che plana velocemente. Ma può indurre un aereo lento allo stallo o lo può disturbare al punto che il pilota, reagendo con nervosismo con alettoni ed equilibratore, lo porta allo stallo. "Planata lenta" e "planata veloce" non significano, naturalmente, una particolare velocità in termini di nodi indicati. Significa che l'aereo sta planando veloce o lento in rapporto alla sua propria velocità di stallo. Per esempio, 90 nodi potrebbero essere una velocità di planata altissima per un aereo leggero che stalla a 35 nodi. Ma sarebbe una velocità piuttosto lenta per un aereo grosso che stalla a 70 nodi. Per essere più precisi: planare veloci significa planare a basso angolo di incidenza, planare lenti significa planare con un elevato angolo di incidenza.

E comunque ancora non è tutto. Scendendo su di un terreno naturale, il pilota è indotto a compiere qualche deviazione all'ultimo istante per scansare qualche ostacolo, e probabilmente farà delle virate scoordinate, usando malamente il timone. Dunque le probabilità di arrivare con assetto cabrato in un atterraggio forzato veramente brusco sono molto scarse; l'iniziale assetto cabrato quasi certamente si evolverà in uno stallo o in una vite. I vecchi dicevano che, se il muso è in alto quando vai a sbattere, dopo te ne puoi andare coi tuoi piedi. Ma questo non significa che l'avvicinamento all'atterraggio deve essere fatto ad assetto cabrato. Se l'avvicinamento di fa con l'aereo cabrato, è estremamente probabile che il vero contatto col terreno avvenga proprio di muso. Se si vuole essere in grado di tenere il muso in alto quando si tocca, bisogna averlo mantenuto basso fino a quel momento.

Consideriamo ora il caso di quello che è convinto fino in fondo che il modo per allungare la traiettoria di discesa sia tenere il muso basso. Molto probabilmente questa tecnica lo farà star tranquillo all'inizio, perché riuscirà a raggiungere un campo adatto. Ma, anche se non riuscirà a raggiungerlo, è comunque in una situazione di vantaggio.

Più diventa ansioso per l'inevitabile contatto col suolo, più decisamente terrà il muso in basso; o almeno, la sua ferma intenzione a tenere il muso basso gli servirà a contrastare quella istintiva tendenza a "scansare" il terreno tirando su il muso. Quando alla fine arriva alla quota degli alberi, ha ancora velocità in abbondanza. Se ora una siepe o una linea elettrica spuntano fra di lui e il campo, può impiegare il suo surplus di velocità e di sostentamento per scavalcarli con una richiamata dell'ultimo istante. Oppure, se vuole fare un'ultima deviazione per scansare, ad esempio, un albero, lo può fare in condizioni di sicurezza. La turbolenza non gli può dar fastidio. E, alla fine, egli ha velocità e sostentamento che gli

consentono di eseguire la *flare*, controllare la discesa, e tirare leggermente su il muso per l'atterraggio vero e proprio. Quindi è un misto di effetti emotivi e meccanici che all'inizio lo tengono fuori dai guai, e, se dovesse trovarcisi, lo proteggono.

Il controllo della planata, esattamente come lo abbiamo qui descritto, non funziona ugualmente bene su tutti i tipi di aeroplano. Funziona meglio sugli aerei con cabina chiusa con poca o media potenza, del tipo più diffuso per impiego commerciale, privato o per addestramento. Questi aerei sono efficienti. In virtù della loro efficienza possono volare con un piccolo motore *w* sono quindi economici nel volo e nella gestione. La loro planata è dolce proprio per la loro efficienza, e anche perché il loro piccolo motore, quando viene trascinato durante la discesa, non ha un forte effetto frenante. La planata "normale" alla massima efficienza di questo tipo di aerei si trova quindi a velocità relativamente alte in rapporto alla velocità di crociera. Sui vecchi potenti biplani a cabina aperta, con tanto di tiranti - del tipo ancor oggi usato in certi posti per l'addestramento primario³ - la tecnica di allungare la traiettoria di discesa abbassando il muso non funziona altrettanto bene. Su aerei potenti, con elevato carico alare e dotati di flap, il problema è ancora differente, come avremo modo di vedere.

Nel lungo periodo la maggior parte dei piloti fa la maggior parte dei voli su aerei efficienti e poco potenziati, e la maggior parte del nostro addestramento avviene su aerei di questo tipo. Ma, dato che i biplani a cabina aperta sono tradizionalmente stati impiegati per l'addestramento, molti dei nostri manuali addestrativi si riferiscono ancora a quel tipo di aerei. E, dato che l'allievo passerà - o almeno lo sogna - a grossi e potenti aerei, ben forniti di flap, magari plurimotori, alcuni aspetti del corso di addestramento sono indirizzati al volo con quel tipo di aerei. Ma intanto noi a volte dimentichiamo di dire al pilota come deve volare correttamente sul tipo di aereo che di fatto impiega.

I FLAP

Sugli aerei grossi, con elevato carico alare, equipaggiati con flap, le cose che abbiamo appena illustrato rimangono fondamentalmente vere, però sono messe in second'ordine da altri, più importanti fattori.

La planata di un aereo con elevato carico alare è molto più ripida di quella di un aereo con scarso carico alare. L'opinione del piazzale è che un aereo plana secondo una traiettoria ripida soltanto perché è pesante, soltanto perché non ha una superficie alare sufficiente. Questo non è corretto. Un aliante con carico alare elevato, per esempio, non ha una traiettoria più ripida rispetto ad uno leggero. L'aereo con elevato carico alare plana in modo così ripido a causa della resistenza del motore quando l'elica gira trascinata dal vento

³ Eh, i bei tempi andati! [N.d.T.]

apparente durante la planata. Un aereo veloce con elevato carico alare deve necessariamente avere un grosso motore e una grande elica, grossi non solo in assoluto, ma anche relativamente al peso dell'aereo. Nel linguaggio degli ingegneri, se un aereo ha un elevato carico alare, deve avere un minore carico di potenza. Nel linguaggio ordinario se abbiamo delle ali piccole, abbiamo bisogno di un motore grosso. Ma nel volo in planata il motore non sospinge l'aeroplano, e il motore ad essere sospinto dal moto dell'aereo! Il motore si comporta come un freno. Su un aereo con poco carico alare, in cui il motore è piccolo in rapporto al peso dell'aereo, l'effetto frenante è meno vistoso. Su un aereo con elevato carico alare, in cui il motore è grosso in rapporto al peso dell'aereo, questo effetto frenante rende la planata alquanto ripida.

L'elevata pendenza della planata rende quindi tutto quanto il problema del controllo della planata molto più semplice per il pilota dell'aereo con elevato carico alare: la planata più ripida è molto più facile da valutare. La necessità di azioni correttive si presenterà quindi con minore probabilità. Inoltre, se siamo un po' troppo alti, è di solito abbastanza semplice puntare giù il muso un po' di più e fare una leggera picchiata; data la resistenza esercitata dal grosso motore l'aereo non potrà guadagnare un'eccessiva velocità.

In più, la maggior parte dei grossi aerei con elevato carico alare e equipaggiata con i flap. I flap hanno il doppio scopo di abbassare la velocità di stallo dell'aereo e di aumentare la resistenza, rendendo quindi più ripida la planata. Parlando del problema del controllo della planata, ci interessa soltanto questo aspetto legato alla resistenza. Con i flap abbassati, la planata è talmente ripida, che a malapena si riscontra il problema di controllo della planata; basta fare un avvicinamento alto e vicini al campo, in modo che sia impossibile arrivare corti, quindi si usano i flap e si è virtualmente sicuri di non arrivare lunghi. Se stessimo per arrivare lunghi, basta abbassare il muso per scendere più ripidi. Data la resistenza esercitata dai flap, l'aereo non può guadagnare subito molta velocità in più, anche se si butta giù il muso in modo vistoso.

I flap hanno l'ulteriore vantaggio che qualsiasi eccesso di velocità con cui arrivassimo a terra non ci metterà in difficoltà più che tanto. Appena eseguiamo la richiamata, i flap elimineranno la velocità nel giro di pochi secondi, evitando un lungo galleggiamento.

La combinazione di tutti questi fattori rende il controllo della planata sui grossi e potenti aerei relativamente semplice e intuitiva: se vuoi scendere più ripido, butta giù il muso.

LA DISCESA DI POTENZA

La planata non è il modo più pratico per far scendere un aeroplano. Ha parecchi svantaggi. Primo e più importante, il controllo accurato della traiettoria di volo è troppo difficile, e anche il pilota più esperto, usando tutti i segreti dell'arte, non riesce sempre ad aumentare o diminuire la pen-

denza della planata tanto da affrontare ciò che richiede la situazione reale. Secondo, un aereo veloce, scendendo con una planata normale, perde quota così rapidamente che la variazione di pressione può dar fastidio alle orecchie dei passeggeri. Terzo, il motore si raffredda rapidamente durante la planata, e questo può causare il piegamento di una valvola e in genere molta più usure del motore, o può anche sporcare il motore tanto che questo non sarà più in grado di dare potenza quando il pilota per qualche ragione darà di nuovo manetta. Quarto, su aerei con forte carico alare, specialmente con i flap estesi, la planata senza motore è così ripida che la richiamata finale per l'atterraggio diventa piuttosto critica. Per tutte queste ragioni, la tendenza nella pratica del volo - al contrario di quanto avviene nell'addestramento di primo periodo - è quella di sviluppare l'uso della discesa di potenza.

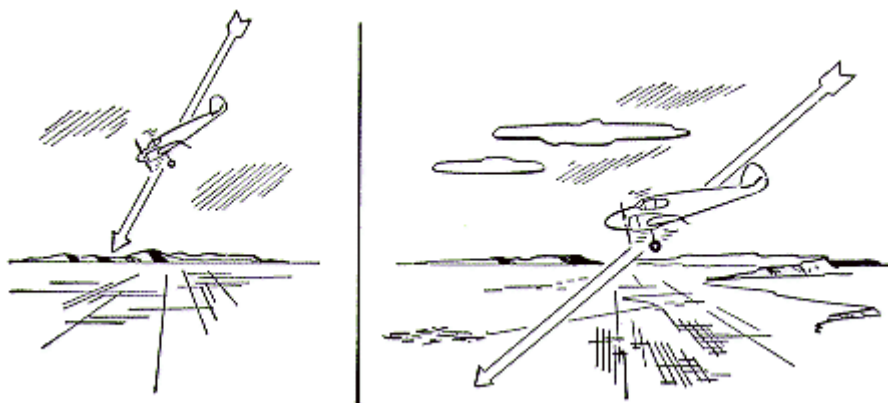
La discesa di potenza, in quanto condizione di volo, è stata spiegata ed illustrata nel Capitolo 2. Un semplice ed efficiente aeroplano, tipo un aereo leggero, avrà sempre il muso puntato un po' in alto durante una discesa di potenza, mentre la sua traiettoria sarà in leggera discesa. Un aereo dotato di flap, la cui traiettoria di planata senza motore e con i flap estesi è estremamente ripida, e il cui muso in una tale planata punta decisamente in basso, si troverà ad assetto livellato o leggermente abbassato durante la discesa di potenza, mentre la sua reale traiettoria sarà una discesa piuttosto ripida. In ogni caso è caratteristico di questa andatura il fatto che l'aereo è fortemente rallentato, tanto che esso vola ad elevata incidenza. Se la discesa venisse eseguita ad alta velocità e a bassa incidenza, dando potenza, sarebbe semplicemente una picchiata, e sarebbe di scarsa utilità pratica, meno di tutto come avvicinamento per l'atterraggio.

La maggior parte degli aerei volano in avvicinamento con potenza a velocità appena più lenta di quella della planata alla massima efficienza, più o meno a metà strada fra questa e lo stallo. Ma la velocità dipende dalle circostanze. Un pilota si terrà con velocità in abbondanza su un aereo non familiare, o in aria turbolenta, o su un aereo che tende a diventare difficile quando rallenta. Un pilota che è abituato al suo aereo e vuole fare un atterraggio corto su un piccolo campo a volte esegue un avvicinamento di potenza a velocità superiore solo di pochi nodi a quella di stallo. In più, è stato spiegato al Capitolo 2 come certi aerei, specialmente plurimotori, hanno una velocità di stallo minore con la potenza inserita che senza motore. Questa differenza è dovuta al flusso dell'elica che impedisce allo stallo di svilupparsi proprio sulle parti dell'ala sulle quali tenderebbe a formarsi. Se è necessario fare un atterraggio estremamente corto, un pilota potrebbe fare un avvicinamento di potenza ad una velocità alla quale il suo aereo, senza la potenza inserita, stallerebbe! Poi, quando alla fine si è "trascinato" oltre l'ultimo ostacolo, gli basta tagliare le manette e l'aereo cade a terra lì per lì, stallato e che non ne vuol più sapere di volare. Questo è il metodo che consente l'atterraggio più corto possibile. Non c'è neppure bisogno di dire che esso è riservato a piloti di esperienza, e i piloti di

esperienza hanno abbastanza buon senso per adottarlo solo quando il gioco vale la candela.

L'avvicinamento di potenza presenta diversi vantaggi. Mantiene il motore caldo. La perdita di quota è più graduale di quanto non sarebbe in una planata senza motore. Porta a terra l'aereo secondo una traiettoria più dolce, quindi rende l'impegno della richiamata finale molto più semplice: di fatto, se si usa potenza sufficiente durante le ultime fasi dell'avvicinamento, la richiamata finale può diventare inutile, e l'avvicinamento può essere continuato finché le ruote non toccano terra. In quell'attimo si taglia la potenza, la barra è spinta avanti abbastanza in fretta, e in questo modo si esegue un atterraggio "sulle ruote". Questo metodo è particolarmente utile sugli idrovolanti su acqua senza increspature ed anche negli atterraggi notturni su campi non illuminati; in una parola, in tutte le situazioni in cui è difficile stimare esattamente la propria altezza rispetto alla superficie.

Ma il vantaggio maggiore dell'avvicinamento di potenza è che la traiettoria di volo può essere controllata in modo estremamente accurato.



Discesa planata e con motore, con i flap - estremamente esagerate. Sui piccoli aerei leggeri, la planata senza motore è piuttosto dolce, e in una discesa con motore l'aereo si trova quindi in un assetto marcatamente a muso in su. A sinistra: in un grosso aereo con grandi flap, la planata senza motore è molto ripida. A destra: Questo tipo di aereo è quindi in assetto leggermente a picchiare anche in una discesa con motore.

Eseguendo degli avvicinamenti in planata senza motore con un aereo normale, potremo essere contenti (nella pratica operativa reale, non in quella dei corsi di volo e degli esami di abilitazione) se non arriviamo lunghi o corti, rispetto al punto di contatto desiderato, di più di 70 metri; e in ogni momento ci può capitare di non riuscire a prendere neanche l'aeroporto! Facendo avvicinamenti con il motore, riusciremo con tutta probabilità a toccare entro una decina di metri dal punto di contatto desiderato, e non ci capiterà mai di fare degli errori grossolani e imbarazzanti.

Il controllo della discesa assistita dal motore si fa esclusivamente per mezzo della manetta, ed è facile capirne il perché. Esagerando un po', si potrebbe dire che il caso estremo della discesa con il motore è la planata lenta ad assetto ca-

brato, cioè la discesa a volo lento in cui si è tolta completamente la manetta. L'altro caso limite della discesa con potenza è il volo lento e livellato ad assetto cabrato, che è in altre parole una condizione di volo lento nel quale si usa la potenza strettamente necessaria perché non vi sia alcuna discesa. Variando la potenza fra questi due casi estremi, possiamo ottenere ogni gradiente di discesa compresa fra la ripida discesa di una lenta affondata e la discesa infinitamente dolce di un volo praticamente livellato.

Non c'è niente di difficile in tutto questo; almeno sulla carta. Quando però uno ci prova sul serio, può restare confuso a proposito dell'uso proprio di barra e manetta, e può finire per cacciarsi in una leggera picchiata oppure in una planata senza motore, o, più probabilmente, in una serie erratica, da montagne russe, di picchiate, impennate, planate ad assetto cabrato e così via. Da qui la necessità di alcune note sull'uso di barra e manetta nell'avvicinamento assistito dal motore.

L'avvicinamento assistito dal motore è proprio il caso pratico in cui è assolutamente vero che la barra è il comando che regola la velocità dell'aeroplano, e che la manetta è quello per farlo salire o scendere. Se si desidera scendere più rapidamente, *non* bisogna abbassare il muso dell'aereo. Bisogna invece togliere manetta, quindi agire sulla barra in modo da mantenere costante la velocità. Appena si toglie manetta, il muso deve in effetti abbassarsi un po' se si vuole che la velocità rimanga costante. Ma su un aereo perfettamente bilanciato, il muso si abbasserà per conto suo, se ci limitiamo a tenere la barra ferma! Dato che la maggior parte dei nostri aerei non sono perfettamente bilanciati, può darsi che dobbiamo fare qualcosa perché la velocità rimanga fissa. Però, di fatto, questa azione consisterà nell'aumentare la pressione all'indietro sulla barra, piuttosto che nel diminuirli! Questo perché, con meno potenza, la maggior parte degli aeroplani diventano sproporzionatamente pesanti di muso, e vogliono riacquistare velocità. In ogni caso, la cosa da fare è liberare qualsiasi azione fatta sulla barra da ogni dubbio che l'equilibratore sia il dispositivo per far salire o scendere l'aeroplano. Agire sulla barra solo per mantenere costante la velocità. La velocità costante è la chiave per un buon avvicinamento assistito dal motore. Agire sulla manetta solo per regolare il rateo di discesa.

Questo naturalmente è ugualmente vero anche nel caso che ci trovassimo piuttosto bassi, e volessimo scendere meno rapidamente. La tendenza istintiva è quella di tirare indietro la barra e puntare il muso più in su. Questo determinerà una perdita di velocità, in un aumento dello sprofondamento dell'aereo, e di fatto potrà non determinare un appiattimento della traiettoria di discesa, se non per un temporaneo aumento del sostentamento. In più, la cosa ci confonderà. Notando la velocità indicata molto bassa, ci affretteremo a dare manetta, e il risultato finale sarà quella serie di su e giù stile montagne russe. No, se vogliamo addolcire la discesa, basta dare manetta, e agire sulla barra in modo da tenere costante la velocità. E anche in questo caso sarà necessaria una leggera diminuzione della pressione all'indietro sulla barra!

Parlandone con altri piloti, può capitare che ci venga consigliato un altro metodo: mettere l'aereo in un certo assetto, all'incirca livellato, quindi agire sulla manetta per mantenere costante il rateo di discesa, mantenendo sempre l'aereo nello stesso assetto. Questo sistema determina, naturalmente, velocità e angoli di incidenza che variano continuamente. Ma bisogna anche notare che, neppure con questo metodo, non facciamo scendere l'aereo spingendo la barra avanti, e neanche riusciamo a tenerlo su tirando la barra indietro. Di fatto, il funzionamento della bara è proprio l'opposto! Appena si riduca la potenza per aumentare il rateo di discesa, dobbiamo anche tirare la barra indietro se vogliamo mantenere l'aereo nel suo assetto.

Questo metodo dell'assetto costante è il secondo per efficienza. Non è così sicuro, dolce e a prova di stupido come il metodo della velocità costante visto sopra. Però ha il vantaggio che è più facile da insegnare agli allievi che cominciano. L'allievo spesso non ha nessuna idea dell'angolo di incidenza, e non lo percepisce, come non percepisce la velocità. Ma è sempre totalmente consapevole dell'assetto dell'aereo, e riesce a mantenerlo costante, quando invece potrebbe non riuscire a mantenere costanti velocità ed incidenza. Inoltre, bisogna ammettere che questo metodo della velocità costante sopra descritto è legato fortemente all'anemometro, dato che, dando motore, la sensazione istintiva di velocità ed incidenza non è troppo limpida. Può anche capitare che un aereo non abbia un anemometro affidabile. Inoltre, molti istruttori pesano che l'occhio dell'allievo dovrebbe essere rivolto al di fuori della cabina per quanto possibile. Così, può essere che qualche volta questo metodo dell'assetto costante nel fare un avvicinamento assistito sia effettivamente il più raccomandabile.

Se dessimo un aereo ad un pilota e gli dicessimo di fare pratica di volo, ecco cosa farebbe quasi certamente: salirebbe di un 1,00 piedi, toglierebbe manetta, farebbe una planata e cercherebbe di atterrare in un determinato punto della pista. Quindi tornerebbe in quota e cercherebbe di rifare la stessa cosa, e poi ancora un'altra volta. In effetti, per molti piloti del tempo prima della guerra, questo era più o meno tutto quello che c'era da fare per volare: atterraggi di precisione senza motore. Allo stesso modo, se chiedessimo ad un pilota se egli è in grado di pilotare un aereo, questo sarebbe ciò che la maggior parte dei piloti considererebbe il punto: sarebbe in grado di scendere, senza l'ausilio del motore, esattamente dove vuole? La stessa cosa è di fondamentale importanza durante l'esame di abilitazione per la licenza di pilota: tutti possono volare su un certo aereo dopo un po'; quello che l'esaminatore vuole appurare è se il candidato è in grado di portare giù l'aereo in un determinato punto, senza l'aiuto del motore.

Questo naturalmente lo si fa perché si pensa che il motore può piantare; e se il motore pianta, solo la capacità di atterrare con precisione in un determinato punto può evitare al pilota di schiantarsi.

Un atterraggio di precisione senza motore è cosa difficilissima da fare. Richiede talmente tanta pratica che parecchi piloti cercano di atterrare tutte le volte senza l'ausilio del motore, facendo di ogni atterraggio un simulato di allenamento. Però basta stare a guardare in ogni aeroporto quanti piloti hanno bisogno di dare potenza all'ultimo istante solo per evitare i fili elettrici che di solito ostacolano il finale di ogni aeroporto; e quanti necessitano di una scivolata d'ala in extremis per evitare di veleggiare lungo tutta la pista! E questo capita su un campo familiare, in condizioni di vento familiari, e nel corso di una pratica continua. Lo stesso pilota farà molto peggio al termine di un volo di trasferimento di tre ore, arrivando in un campo che non conosce. E lo stesso pilota finirà probabilmente in modo tragico se il motore dovesse piantare sul serio durante un volo di trasferimento, quando con tutta probabilità non conoscerà la direzione del vento vicino a terra, senza neanche considerare la velocità dello stesso.

Cosa rende tutto così difficile? Prima di tutto viene il fatto che gli aeroplani moderni hanno un angolo di planata molto dolce, quindi debbono avvicinarsi al campo secondo una traiettoria inclinata molto dolcemente. E come se dovessimo sparare a un bersaglio, avendolo non posto frontalmente, ma messo di taglio: la più piccola imprecisione non solo ci farebbe mancare il centro, ma anche tutto il bersaglio! Da questo punto di vista, i piloti di oggi hanno un compito molto più arduo che i vecchi, con i loro aerei molto meno efficienti e che planavano con una traiettoria molto più ripida; tuttavia, se equipaggiato con i flap, anche un aereo moderno può effettuare una planata ripida, che rende tutta la questione

dell'avvicinamento molto più semplice. Ci sono inoltre i disturbi dovuti alle influenze del vento, e specialmente alle ascendenze e discendenze. Anche l'avvicinamento meglio impostato ci porterà fuori, se incontriamo una discendenza di 300 piedi al minuto. Un'altra difficoltà ancora è che il pilota ha un controllo reale talmente limitato sulla pendenza della traiettoria di planata: non possiamo limitarci a dirigere l'aereo in basso se siamo troppo alti, e non possiamo allungare più che tanto la traiettoria di discesa se di colpo ci accorgiamo di essere troppo bassi. Ma il vero problema è quello della *percezione*: finché ce ne stiamo per aria, senza punti di riferimento vicini, è estremamente difficile giudicare esattamente dove siamo e dove stiamo andando.

SERVIRA' VERAMENTE?

Fortunatamente, tutta questa enfasi sull'avvicinamento senza motore è probabilmente un po' esagerata. Al giorno d'oggi i motori piantano con estrema rarità. Le probabilità sono che uno voli per 10 anni, prima che gli pianti motore, ed entro questi 10 anni i motori verranno ulteriormente migliorati, tanto che l'allievo di oggi ha pochissima probabilità di avere mai un atterraggio forzato. Inoltre, i motori non piantano quasi mai senza dare prima dei segnali. E in ultimo, se proprio un motore pianta senza dare segni premonitori questo capiterà con tutta probabilità durante il decollo, perché lo sforzo è massimo, e ogni componente meccanica non perfetta avrà modo di farsi sentire. E in quella situazione il pilota non ha comunque possibilità se non tirare diritto davanti a sé, e andare a sbattere contro il terreno come può.

E saranno gli stessi aerei a rendere ben presto la faccenda dell'atterraggio di precisione assai più semplice. I flap aiutano moltissimo; ma da qui a qualche anno, ma maggior parte degli aerei probabilmente avrà dispositivi ancora più efficienti che consentiranno al pilota di rendere ripida o piatta la traiettoria di discesa a sua discrezione, semplicemente tirando una leva o spingendo un pedale.

Per queste ragioni sarebbe probabilmente meglio dedicare maggior enfasi e tempo di volo su altri argomenti: altre attitudini sono più importanti per un pilota. Per esempio, egli dovrebbe sapere come eseguire avvicinamenti ed atterraggi estremamente precisi *con il motore*; perché se si troverà a dover atterrare, sarà probabilmente per il tempo, o per un problema del motore che si manifesta *gradualmente*, o per una pianificazione del volo non accurata e l'oscurità che sopraggiunge: in tutti questi casi il motore sarà lì ad aiutarlo. Il pilota quindi dovrebbe sapere come si naviga, come si giudica il tempo, come di percepisce la deriva. Le statistiche sugli incidenti dimostrano che i piloti, globalmente considerati, non sanno fare bene neanche una semplice virata.

Ma non ostante questo non si può negare che la piantata motore, per quanto molto improbabile, è cosa veramente seria se si verifica, e che la capacità di eseguire con precisione un atterraggio forzato può di colpo diventare la cosa più impor-

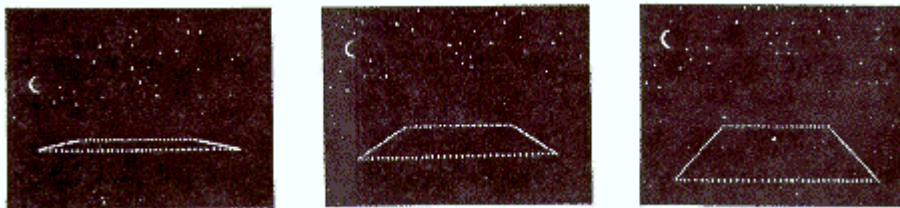
tante per la vita del pilota. Quindi sapere come farlo ci farà stare tranquilli durante i lunghi voli di trasferimento, anche se non ci capiterà mai di farlo veramente. E inoltre ci sono anche gli esami di abilitazione da passare, e alla fine, la stessa abilità che occorre per valutare un avvicinamento senza motore, è la stessa che viene richiesta, in grado minore, per fare un avvicinamento con il motore. Per tutte queste ragioni, il problema merita un'approfondita discussione.

La battaglia è già mezza vinta se il pilota è in grado di capire fino in fondo la planata, e come l'aereo risponde ai comandi durante la planata: cioè che il modo per farlo scendere di più è tirare più indietro la barra, il modo per farlo scendere di meno è lasciare andare la barra in avanti - esattamente il contrario di quello che verrebbe istintivamente. Questo gli consentirà di correggere errori di valutazione non appena ne prende coscienza. Però rimane un altro problema: come valutare.

SI PUO' INSEGNARE A VALUTARE

Una volta, si pensava che non si potesse insegnare a volare: si pensava che la capacità di volare fosse un dono e che questo si potesse coltivare solo attraverso una pratica continua. Oggi si è scoperto che questo non è vero. Abbiamo suddiviso il problema complessivo del volo in argomenti limitati che si possono insegnare e si possono imparare. Si fa pratica su settori limitati. Questi settori limitati a volte sono difficili, e altre volte possono apparire privi di ogni utilità pratica: per esempio gli esercizi di coordinazione, la candela, i diversi tipi di stallo. E tuttavia noi ci esercitiamo su questi argomenti, e li combiniamo variamente, e alla fine questi fanno della maggior parte di noi dei piloti abbastanza bravi. In questa ottica, anche al giorno d'oggi si pensa che l'abilità a giudicare un avvicinamento non possa essere insegnata, ma di fatto questa arte può essere insegnata ed imparata. Perché essa è fatta di piccoli espedienti che possono a loro volta essere insegnati ed imparati. Anche in questo caso, gli argomenti parziali su cui fare pratica possono sembrare all'allievo noiosi e non molto aderenti alla realtà. Tuttavia, se vorrà investire ora dieci minuti e poi osservare come l'occhio di fatto lavora durante un avvicinamento, se vorrà stare a guardare gli effetti ottici sui quali si basa il giudizio di ciascuno, se vorrà mettere deliberatamente in pratica i trucchetti descritti qui, probabilmente risparmierà molte costose ore avvicinamenti ed atterraggi sparati.

Allora cominciamo. Consideriamo subito la cosa nella sua forma più semplice: l'avvicinamento diretto da dietro. Un pilota sta volando verso il campo, allineato alla pista, mantenendo una certa quota. Domanda: quando dovrà tagliare la manetta per raggiungere il punto di contatto desiderato seguendo una conveniente traiettoria di planata? Come deve valutare?



La prospettiva aiuta a valutare un avvicinamento. Se vediamo le luci di bordo pista di un aeroporto come si vedono a sinistra, sappiamo che planando non ci arriveremo. Se le vediamo come sono illustrate a destra, sappiamo che una planata, iniziata dalla attuale posizione, ci farà probabilmente arrivare lunghi. Se le vediamo come illustrate in centro, sappiamo di essere in posizione per una planata diretta. La prospettiva giusta varia la variare del tipo di aereo e per le condizioni del vento.

L'allievo che comincia giudica sulla base di quote assolute, distanze assolute, e a memoria. Si ricorda che, se sta andando bene, deve planare dopo un certo albero a circa due volte l'altezza dell'albero stesso. Ricorda che, per arrivarci, deve attraversare una certa strada circa all'altezza di una finestra del quinto piano, quando l'erba nei campi si distingue cosìcosì. E sa che, per riuscire ad arrivare alla quota giusta sulla strada, deve leggere circa 500 piedi sull'altimetro, quando passa su una certa fattoria.

Questo tipo di valutazione, basato su quote e distanze assolute, è del tutto sbagliato. Non funzionerà se non sul campo di casa, sull'aereo su cui si è abituati, e in condizioni di vento normali. Ovviamente non potrà funzionare su un campo che non si conosce, o se l'altimetro non è regolato sullo zero di quel campo¹, oppure se c'è vento forte o se non c'è vento affatto, o se il pilota passa ad un aereo più pulito che ha una planata più efficiente, oppure, nel nostro caso, se qualcuno taglia l'albero!

LA PROSPETTIVA

Un sistema migliore di valutazione è rappresentato dalla prospettiva della pista: quanto appare accorciata quando è di fronte e al di sotto del pilota. Questa chiave è usata in modo conscio da molti piloti, ed in modo inconscio probabilmente da tutti gli altri. Pilotando un aereo di notte su un campo che ha solo le luci di bordo pista, o solamente la segnalazione luminosa della soglia pista, questa è qualche volta l'unico elemento di valutazione, specialmente se il campo si trova lontano dalle città e da altre luci, ed è circondato dall'oscurità.

Per semplificare, immaginiamo che la pista sia quadrata. Se ci appare più o meno quadrata, sappiamo che siamo alti su di essa e che arriveremo lunghi. Lo sapremo anche se non saremo in grado di distinguere nient'altro sul terreno. Se il campo quadrato appare fortemente accorciato, sappiamo che si trova molto di più "di fronte" a noi che "sotto" di noi: siamo troppo bassi e probabilmente non saremo in grado di arrivarci planando. Se

¹ Nei paesi anglosassoni si usava, ed in molti casi si usa ancora, atterrare con l'altimetro sul QFE, che viene comunicato dalla torre in avvicinamento.

sembra "più o meno giusto" sappiamo che dovremmo farcela a planare fino ad esso.

Questo è un sistema di valutazione più affidabile. Funzionerà da qualsiasi altezza, indipendentemente dalla quota assoluta e dalle distanze del caso specifico, noi abbiamo lo stesso grado di accorciamento del quadrato finché lo osserviamo dalla stessa angolazione, sia che lo vediamo 5 miglia avanti da una quota di 3,500 piedi, sia che si trovi mezzo miglio avanti, da una quota di 350 piedi. Così per un dato aeroplano (e non considerando le variazioni del vento) c'è una ed una sola prospettiva del campo che "va bene": essa è naturalmente funzione dell'angolo di planata tipico di quell'aereo. Un aeroplano pulito con planata efficiente esige che il campo appaia fortemente do scorcio, bene in avanti, non troppo sotto. Un aereo che plana ripido, d'altra parte, esige che il campo appaia molto meno deformato molto sotto e non troppo lontano in avanti. Un pilota memorizza subito la particolare prospettiva che si accorda con l'angolo di planata del suo aereo.

Il pilota del nostro esempio vedrebbe prima il campo molto deformato dalla prospettiva, quindi, man mano che procede con l'avvicinamento senza perdere quota, la deformazione calerebbe sempre più, la forma apparente della pista quadrata si avvicinerebbe sempre più a quella di un quadrato, e nel momento in cui la prospettiva gli sembrasse "circa giusta", taglierebbe la manetta. Le la sua valutazione è stata corretta, la planata lo condurrà proprio sul campo.

Naturalmente non c'è bisogno che la pista sia veramente un quadrato: l'occhio si adatta facilmente alle più diverse forme: valuta gli spazi pavimentati, gli hangar, le costruzioni, di fatto qualsiasi oggetto noto di forma ben definita. E naturalmente il pilota non deve necessariamente approssimarsi al campo e stare ad osservare che la prospettiva si fa più ripida: può darsi che esegua la planata nelle vicinanze del campo, osservando che la prospettiva gli indichi una planata più dolce, e allora, quando gli sembra dolce al punto da essere "quasi giusta", vira verso il campo. Non ci interessano ora i diversi circuiti di avvicinamento al campo, ma solo gli elementi sulla base dei quali si valutano gli avvicinamenti.

Il fattore di valutazione appena illustrato è buono, ma a volte non abbastanza. Se il campo è in pendenza, come molti campi in montagna, o se è di forma irregolare e senza limiti precisi (per esempio a causa della neve), o se l'avvicinamento di un idrovolante viene eseguito su una vasta distesa d'acqua, la percezione dello scorcio prospettico può diventare aleatoria.

Ma ci sono altri fattori di valutazione.

Forse il più importante di tutti è la posizione del punto di contatto desiderato "sotto" l'orizzonte. Il pilota inizia la planata quando il punto è nella posizione "giusta" relativamente all'orizzonte. Ne parleremo dettagliatamente, ma la cosa non può essere fatta con chiarezza senza prima esaminare l'orizzonte, e come questo appare a colui che vola.

L'orizzonte è la linea dove terra e cielo sembrano toccarsi. Per un osservatore a terra, l'orizzonte sembra sempre trovarsi al livello del suo occhio. Ecco perché una linea piana è detta "orizzontale". Quando noi saliamo ad una certa quota su un aeroplano, e la terra gradualmente si abbassa sotto di noi, ci aspetteremmo che anche l'orizzonte si abbassi gradualmente sotto di noi. Certamente, a quote estreme, astronomiche, noi vedremo la terra come un globo, più o meno come vediamo la luna, lontana sotto di noi: l'orizzonte allora sarebbe un anello che si trova sotto di noi.

Questo è quello che uno si aspetterebbe. Ma quello che il pilota scopre veramente quando si alza in volo è che l'orizzonte non rimane giù: sale con lui. A qualsiasi altezza fra i 5 piedi o giù di lì della nostra statura e i 50,000 piedi di una navicella che vola nella stratosfera, l'orizzonte si trova, praticamente, sempre all'altezza del nostro occhio. La linea fra il nostro occhio e l'orizzonte rimane sempre orizzontale. Il bordo della terra, invece di incurvarsi in basso allontanandosi da noi, sembra venire su. Invece di apparire come un globo sotto di noi, *convessa*, la terra appare come un catino sotto di noi, *concava*. Noi sembriamo stare sospesi sul mezzo di questo catino, e il suo bordo, l'orizzonte, sembra girarci tutto attorno!

Dato che non esiste alcuna reale differenza fra la visione del cielo e della terra da parte dell'uomo che sta sulla terra rispetto all'uomo che sta per aria, Questo effetto può essere notato dovunque, tutte le volte che osserviamo l'orizzonte. Ma a terra, nell'usuale ambiente del paesaggio abitato, l'occhio umano è troppo sofisticato per notarlo. La visione prospettica di edifici, campi ed alberi, più il fatto che noi *sappiamo* di non trovarci dentro in un catino, distruggono questa illusione. Ma questo effetto - catino diventa molto forte, anche a terra, in certe circostanze insolite, specialmente per l'occhio meno assuefatto dei bambini o della gente che non è del posto. Quando Coronado per primo attraversò i Grandi Altopiani dove l'aria è limpida e non ci sono alberi a nascondere l'orizzonte, riferì al Re di Spagna che in quella parte del mondo uno aveva sempre l'impressione di muoversi in fondo ad una valle, circondato da colline. I turisti che vengono dall'interno, quando vedono per la prima volta l'oceano dalle scogliere del Sud della California, spesso osservano che l'acqua sembra essere più elevata della terra!

La ragione ci dice che l'orizzonte deve trovarsi in basso, ma l'occhio ci dice che viene in su. La contraddizione si spiega piuttosto facilmente: la terra è talmente enorme, e le altitudini che possiamo raggiungere con l'aereo sono al confronto così modeste, che anche un aereo che vola alto è sì e no staccato da terra! Con misurazioni di precisione si può riscontrare che l'orizzonte effettivamente si abbassa. I navigatori, ad esempio, quando misurano la "altezza" (angolo di elevazione apparente sull'orizzonte) di una stella, fanno una correzione per la "altezza dell'occhio", perché in questa misura così precisa c'è differenza fra i 5 piedi di una piccola barca a vela e i 50

piedi del ponte di una nave. Le fotografie prese dalla stratosfera a volte dimostrano, se osservate attentamente, che l'obiettivo era puntato leggermente verso il basso rispetto all'orizzonte. Ma alle quote ordinarie, questa "caduta" dell'orizzonte è così piccola che a occhio non si vede. Visto da 4,000 piedi, ad esempio, l'orizzonte si è abbassato rispetto al livello effettivo dell'occhio soltanto di un grado!

L'ORIZZONTE SI TROVA AL LIVELLO DEL NOSTRO OCCHIO

Ai fini della valutazione visiva durante il volo, quindi, l'orizzonte si trova sempre all'altezza del nostro occhio. Questo ci viene utile quando voliamo in vicinanza di tralicci radio, cime di montagne, altri aeroplani: quello che vediamo sopra l'orizzonte è più alto di noi. Quello che vediamo sotto l'orizzonte è più basso di noi. Quello che vediamo "sullo" orizzonte (cioè che viene tagliato dalla linea dell'orizzonte) è alla nostra stessa quota.

Se si tratta di aerei, il saperlo ci aiuta ad evitare le collisioni. Quando voliamo in montagna, ci evita inutili preoccupazioni. Le montagne più distanti si intravedono sempre più alte rispetto a quelle più vicine, e uno si spaventa facilmente e va su in salite disperate, usando la riserva di carburante, quando di fatto potrebbe continuare ed attraversare diritto. Ricordiamocelo, se vediamo l'orizzonte al di sopra della cima delle montagne, queste sono più basse, per quanto possano sembrare minacciose.

Nel caso di antenne radio ed ostacoli del genere, la comprensione del rapporto di altezza è utile anche durante i decolli. Se l'ostacolo si staglia nel cielo davanti a noi, è più alto rispetto alla quota che attraversiamo, e ci possiamo andare a sbattere contro se non lo teniamo d'occhio. Se l'orizzonte appare sopra la cima dell'ostacolo, siamo più alti noi, e lo eviteremo. In decollo da un campo circondato da ostacoli, nel momento in cui il lontano orizzonte si alza sopra le cime degli alberi e degli altri oggetti che circondano il campo, noi sappiamo che siamo liberi da essi, o almeno, il nostro occhio. Il carrello, che pende sotto, potrebbe ancora toccare.

In questi casi, come nel caso delle montagne, il pilota inesperto probabilmente si concentrerà troppo ansiosamente sull'ostacolo, senza guardare l'orizzonte. Se farà così, l'ostacolo gli sembrerà sempre molo più incumbente di quanto non sia, ed egli sarà portato a salire inutilmente ripido, e magari a stallare.

Che un oggetto che appare sopra il nostro orizzonte sia più alto di noi è vero, però, solo a proposito di oggetti piuttosto vicini. Un ostacolo distante, diciamo una montagna 30 miglia avanti, può sembrare svettare in cielo, sopra l'orizzonte, anche se di fatto non raggiunge la nostra quota.

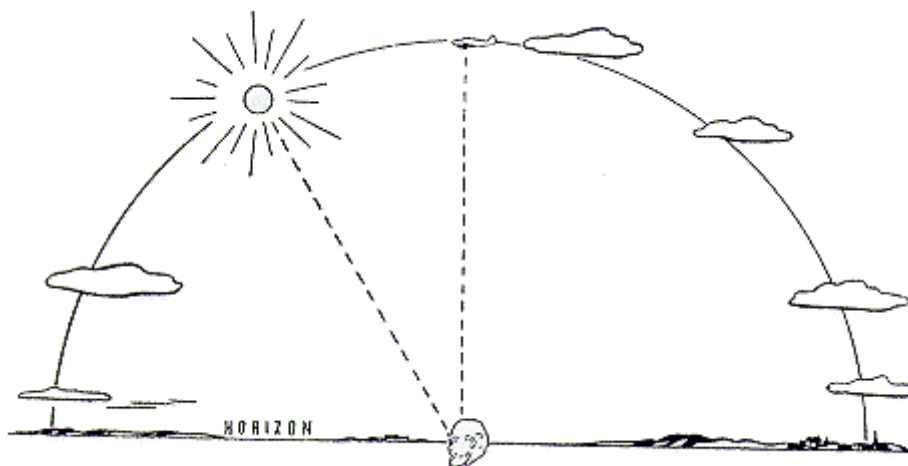
LA TERRA E' UN CATINO

Occupiamoci ora dello "effetto catino", che naturalmente è una conseguenza dell'effetto dell'orizzonte di cui abbiamo ap-

pena detto. Torniamo ora alla nostra disamina sul come un pilota giudica l'avvicinamento. Perché è proprio l'effetto catino che fornisce al pilota gli indizi di cui necessita.

Il pilota esperto guarda la terra in un modo molto simile a quello dell'astronomo che osserva i cieli, in termini di "distanze angolari" piuttosto che in termini di altezza, profondità e distanza nell'accezione comune.

Ecco cosa significa tutto questo. Potremmo chiedere a qualcuno: "Non vedo la stella di cui parli; dov'è?" oppure: "l'uccello", oppure "l'aereo"; in altri termini domandiamo la posizione di un punto nel cielo. Il nostro interlocutore non sarà in grado di risponderci concisamente. Dirà ma, circa, e dirà "là" puntando col dito, e farà una figuraccia nel caso si tratti di un aereo, nell'azzardare un'altezza in piedi o una

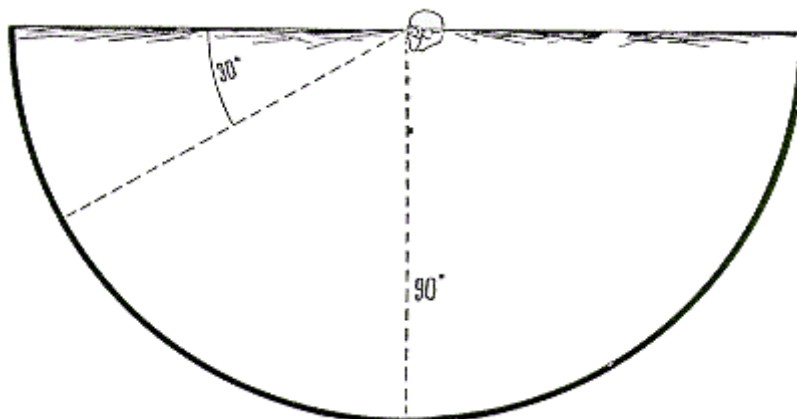


Come noi vediamo il cielo. Sotto molti aspetti noi consideriamo il cielo come una cupola all'interno della quale stanno dipinte le nuvole, le stelle, gli uccelli e gli aeroplani. Invece di descrivere la posizione di quella stella o di quest'aereo in termini di miglia effettive di distanza ed altezza, cosa spesso impossibile, è conveniente dire che il sole si trova a circa 60 gradi sopra l'orizzonte e l'aereo a 90 gradi, mentre le nuvole più basse, che in realtà sono le più distanti, si trovano a soli 5 gradi sull'orizzonte.

distanza in miglia, oppure dirà: "è sopra la città tal dei tali". Non così l'astronomo o l'artigliere o il marinaio. Essi diranno, senza alcuno sforzo e con precisione: "L'aereo è 45 gradi sull'orizzonte e circa 30 gradi a destra di quelle antenne radio". Vedono il cielo come un grande catino emisferico sopra di loro, sulla faccia interna del quale stanno dipinte le stelle, le nuvole, gli uccelli e gli aeroplani. Naturalmente è solo un modello fittizio, però funziona: esso consente di misurare e descrivere la posizione apparente di ogni punto del cielo con grande precisione.

L'occhio del pilota esperto vede la terra sotto di lui in un modo simile: come se fosse un enorme catino emisferico sotto di lui, sulla parete interna del quale sono dipinte le città e i campi. Consciamente o meno, il pilota è più interessato agli angoli a cui le cose stanno sotto di lui, piuttosto che alle

distanze assolute e alle altezze. Supponiamo che un aeroporto appaia in distanza. Il passeggero potrebbe dire: "l'aeroporto è

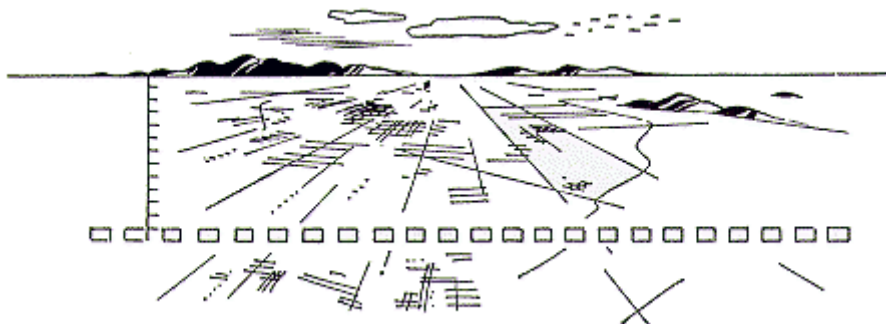


Come dovremmo vedere il terreno. Per diverse ragioni, il pilota dovrebbe guardare il terreno come se fosse un catino, il cui bordo è l'orizzonte. Quando una città compare sotto di lui in distanza, potrebbe essere possibile stimare quante miglia avanti essa si trovi o quanti piedi più in basso, ma potrebbe anche riuscire impossibile. Ma sarà molto più utile al pilota pensare: la città si trova 30 gradi sotto l'orizzonte.

a circa 3,000 piedi sotto di noi, ma distante ancora molte miglia". Il pilota, nella sua testa, dirà le stessa cosa in modo diverso: "Il campo ora si trova 5 gradi sotto l'orizzonte". Più tardi il passeggero dirà: "La quota è la stessa, ma il campo è molto più vicino". Con questo vuole dire che si trova molto più sotto l'aereo rispetto a prima.

Entrambe le osservazioni, quella del pilota e quella del passeggero, esprimono la stessa cosa. Ma c'è una bella differenza. Il passeggero sta solo stimando, Come fa a conoscere la distanza e la quota? Ma il pilota non tira ad indovinare, benché non conosca né distanza né quota, egli tuttavia sa bene che il campo sotto di lui si trova ad quel certo angolo; potrebbe anche arrivare a provarlo, rispetto alla posizione in cui si trova, misurando questo angolo con qualche strumento adatto, come un sestante. E qui c'è un'altra differenza: l'osservazione del passeggero non ha utilità pratica, mentre quella del pilota è utile: è l'angolo, piuttosto che distanza e quota reali, che conta. Ecco perché.

In un dato aereo, con un dato angolo di planata, rimane costante il punto che si può raggiungere planando, indipendentemente dalla quota; lo stesso punto, cioè, in termini di angolo sotto l'orizzonte. Diciamo che l'angolo di pendenza del nostro aereo sia 1:5: questo significa che in una planata noi possiamo raggiungere qualsiasi punto che si trova 10 gradi sotto l'orizzonte, o meno. Questa affermazione (che è vera solo in aria ferma) merita di essere approfondita.



Il limite di planata: non possiamo raggiungere, senza l'aiuto del motore, un punto più distante di questa linea. La linea si trova un certo numero di gradi sotto l'orizzonte - quanti dipende dal tipo di aereo.

Supponiamo di trovarci da qualche parte a 2,000 piedi, e di guardare verso un campo su cui vogliamo atterrare. Siamo in grado di arrivarci planando? Noi misuriamo, mentalmente, la sua distanza angolare rispetto all'orizzonte, e valutiamo che il campo si trova a circa 15 gradi sotto l'orizzonte. Noi sappiamo che col nostro aereo possiamo raggiungere qualsiasi punto che si trova 10 gradi sotto l'orizzonte, o più sotto. Quindi sappiamo che possiamo agevolmente raggiungere quel campo.

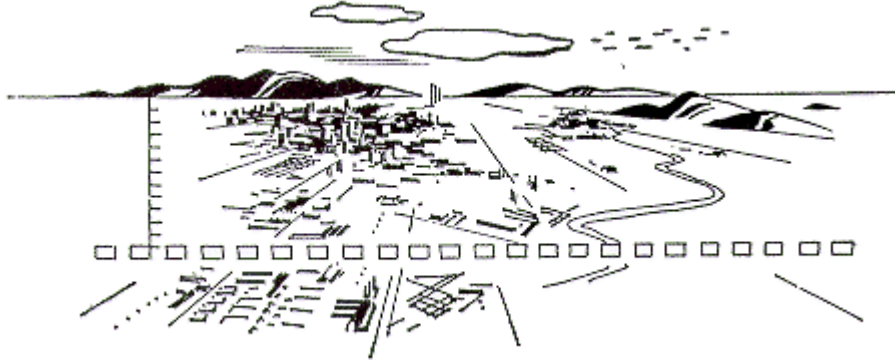
Supponiamo ora di scendere a spirale per diverse centinaia di piedi, mantenendo la stessa posizione rispetto al terreno, e perdendo solo di quota. Osserviamo ora lo stesso campo. Esso appare ora molto più vicino all'orizzonte, diciamo solo 7 gradi al di sotto. Esso è ora chiaramente fuori della nostra portata, dato che sappiamo che dobbiamo planare a 10 gradi verso il basso, e non possiamo planare più piatti. Ma ora, a bassa quota, rimane vero che possiamo raggiungere, con quello stesso aereo, qualsiasi campo che si trovi 10 gradi o più basso rispetto all'orizzonte.

IL LIMITE DI PLANATA

Sappiamo come appare l'orizzonte visto da un aeroplano: una linea dritta tutto attorno, esattamente al livello dei nostri occhi. Allo scopo di imparare o insegnare come eseguire un avvicinamento preciso, introduciamo ora il concetto di "limite di planata": una linea parallela all'orizzonte ma distante, diciamo, 10 gradi (in distanza angolare) sotto l'orizzonte. Sul limite di planata stanno tutti i punti che possono a mala pena essere raggiunti in planata con quel particolare tipo di aereo. Tutti i punti che appaiono al di sopra sono irraggiungibili planando. Tutti i punti che appaiono al di sotto del limite di planata sono facilmente raggiungibili con una planata, di fatto ci arriveremmo anche lunghi se non facessimo delle "S", o non cabrassimo l'aereo, o non scivolassimo d'ala, o non facessimo qualsiasi altra cosa che renda più ripida la planata.

E se abbiamo capito quel che è stato detto sulla visione angolare, capiremo anche questo: quanto il limite di planata si trovi distante dalla linea dell'orizzonte è completamente indipendente dalla nostra quota; a qualsiasi quota, il limite di

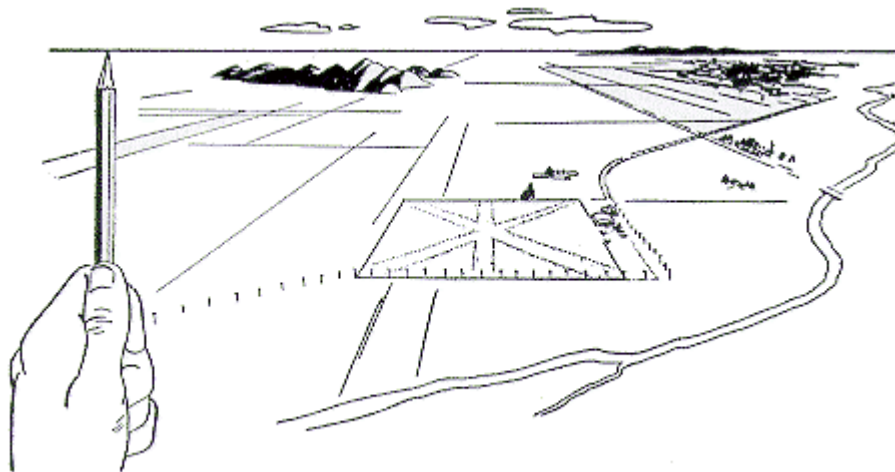
planata rimane alla stessa distanza (distanza angolare, misurata in gradi) sotto l'orizzonte. Al variare della nostra quota durante la planata, sia l'orizzonte che il limite di planata



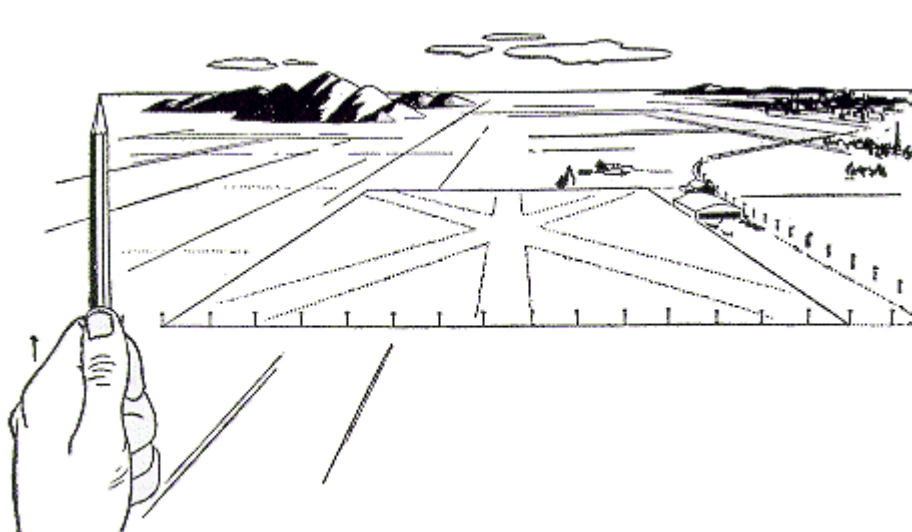
La linea immaginaria che costituisce il limite di planata rimane alla stessa distanza sotto l'orizzonte indipendentemente dalla quota da cui osserviamo il terreno, o indipendentemente dalla parte del mondo in cui ci troviamo, che il terreno sia alto o basso, che ci sia caldo o freddo. Ecco una delle prime cose da imparare a proposito del nostro aereo: quanto è sotto l'orizzonte il limite di planata.

saranno corrispondenti a punti diversi sul terreno sotto di noi, ma l'orizzonte si troverà sempre ad altezza d'occhio, e il limite di planata sarà sempre lo stesso numero di gradi sotto l'orizzonte, quindi il rapporto fra orizzonte e planata non varia.

Di quanto il limite di planata si trova sotto l'orizzonte dipende, naturalmente, dall'aereo su cui stiamo volando. Se abbiamo un aeroplano pulito, dalla planata efficiente, il limite di planata si troverà a circa 7 gradi sotto l'orizzonte. Se abbiamo un aereo che viene giù ripido, il limite di planata potrà trovarsi a 15 o anche a 20 gradi sotto l'orizzonte. Ma, dovunque possa trovarsi, sarà quella distanza angolare dall'orizzonte, indipendentemente dalla quota.

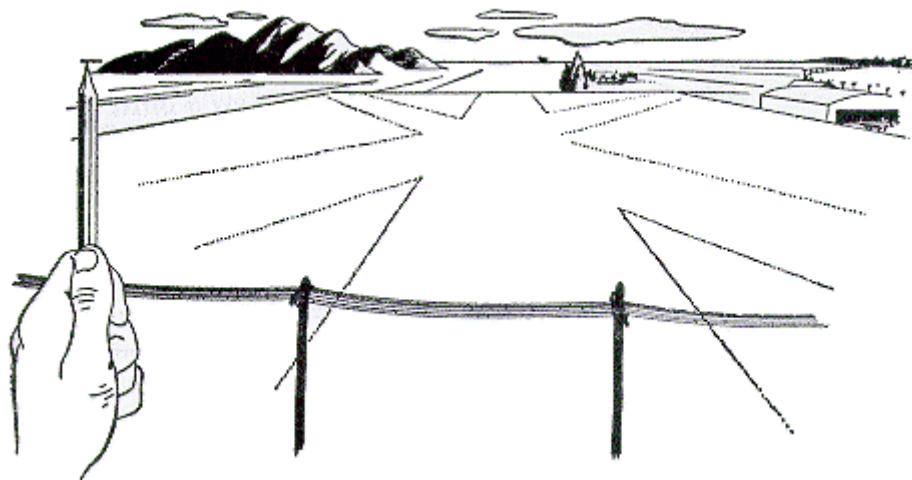


Distanza angolare I. Siamo in planata. La planata è stata valutata correttamente e arriverà al terreno all'inizio della pista, subito dopo la linea elettrica. Man mano che la planata continua, osserviamo come il punto di contatto pianificato rimanga nella stessa posizione, rispetto all'orizzonte, indipendentemente da quota e distanza.



Distanza angolare II. Abbiamo perso moltissima quota. Il torrente si è spostato "in giù", fuori dal campo visivo. La fattoria oltre l'aeroporto si è spostata "su", più vicina all'orizzonte. Ma il punto di contatto, subito oltre la linea elettrica, si trova ancora alla stessa distanza angolare "sotto" l'orizzonte, come si riscontra dalla misura con la matita nella mano di lato.

Tutto questo sembrerà senza dubbio molto astruso, molto da professionisti, e che non valga la pena di fare, ma è solo perché è difficile da mettere in parole e su disegni sul piano di un pezzo di carta. Proviamo a rileggerlo ancora stando ad una finestra alta dalla quale si veda l'orizzonte, oppure rileggiamolo stando in aereo, e vedremo che è cosa semplicissima e tutt'altro che astrusa, dopo tutto non è che una descrizione formale di quello che ogni pilota esperto fa veramente. E una volta che lo abbiamo capito, non avremo nessun problema a spiegarlo a qualcun altro in volo, né questi avrà problemi a capire se glielo si mostra in volo.



Distanza angolare III. Siamo quasi a terra, e il punto di contatto non si è ancora spostato rispetto all'orizzonte. La fattoria, invece, ora si trova quasi sull'orizzonte. La nostra traiettoria di planata toccherà sempre il suolo in quel punto che rimane fisso. Sarà sempre corta rispetto a qualsia-

si punto che si sposta verso l'alto, verso l'orizzonte, sarà sempre lunga rispetto ai punti che si muovono in basso, allontanandosi dall'orizzonte.

Nel nostro esempio, allora, il pilota in avvicinamento in volo livellato da una certa distanza vedrà dapprima il campo in alto vicino all'orizzonte, ben al di sopra del suo limite di planata; continuando a volare, il campo si sposterà gradualmente verso il basso, allontanandosi dall'orizzonte, fino a raggiungere e passare la immaginaria linea di planata; a quel punto il pilota saprà che si trova a distanza utile per la planata e chiuderà la manetta. Cominciando a planare comincerà a perdere quota. Questo tenderà a far spostare il campo in alto verso l'orizzonte, tenderà quindi a spostare il campo in alto e di nuovo oltre la linea di planata. Ma anche la distanza comincerebbe a calare, e questo fatto tenderà a far allontanare il campo dall'orizzonte e in basso; se la planata è stata iniziata al momento giusto, le due tendenze si elimineranno a vicenda, e il punto di contatto desiderato e l'orizzonte rimarranno nelle stesse posizioni relative, finché si arriva a terra. Provate!

Dato che la cosa è così importante, esaminiamola ancora in altri termini. Quando un aeroplano plana verso un determinato punto sul terreno, quel punto, così come lo vede il pilota, rimane sempre nella stessa posizione in rapporto all'orizzonte - *per come lo vede il pilota*. Quindi il punto di mira (di contatto) non sembra spostarsi "in su" verso l'orizzonte, e neppure "in giù" in una posizione più ripida. Sta fermo, durante l'avvicinamento esso mantiene, per l'occhio del pilota, la medesima posizione apparente sul "catino" della terra.

INSERIRE FUGURA A PAG. 276

Perché il punto di mira non si muove: mentre il pilota si avvicina e perde quota, l'orizzonte scende con lui.

Ed esaminiamo anche come appare da un altro punto di vista: quando un aereo si avvicina ad un determinato punto sul terreno, esso sembrerebbe ad un osservatore che si trova in quel punto come se stesse fermo. Neppure l'aereo sembrerebbe muoversi "in su" verso lo zenit, e neppure abbassarsi verso l'orizzonte: esso diventa soltanto più grande, ma la sua posizione apparente sulla volta del cielo rimane la stessa.

Quando si impara a volare, quindi, oppure si prova un nuovo aeroplano, è una buona idea fare uno sforzo consapevole e sistematico per scoprire quanto si trovi giù, verso l'orizzonte, il punto che quel particolare aereo potrà sempre raggiungere planando.

L'AVVICINAMENTO GIRANDO L'ANGOLO

Nella pratica reale del volo, neppure tutto quello che abbiamo detto fin qui va bene. Il pilota potrebbe trovarsi su un aereo a cui non è abituato, di cui non conosce l'angolo di planata; venti di forza sconosciuta e variabile potrebbero rendere illusorio l'angolo di planata che ha in mente. In un vero atterraggio forzato, questa è la più grossa difficoltà. A volte il pilota non conosce neppure la direzione del vento vicino a

terra, senza considerare la velocità. E, alla fine, la valutazione e la memoria visive sono ingannevoli.

Nella musica, è l'individuo eccezionale che ha il dono della "intonazione assoluta", cioè la capacità di cantare una certa nota o di accordare esattamente un violino senza l'ausilio di qualche nota proveniente da uno strumento che abbia le note fisse. Nel volo, la valutazione visiva è spesso simile nella necessità di essere "accordati" prima dell'esecuzione. Dopo un lungo volo ad alta quota, uno ha la tendenza a interpretare male le informazioni visive, pensare di essere più basso di quanto non sia, ed arrivare lungo.

Correggere tutte queste fonti di errore è lo scopo dell'avvicinamento a 90 gradi. Il pilota plana lungo il lato sottovento del campo dove vuole atterrare, con angoli retti rispetto al vento, senza aumentare né diminuire la sua distanza rispetto al punto desiderato, ma continuando naturalmente a perdere quota; e continua a planare in questo modo, finché valuta che sia arrivato il momento giusto per virare ed eseguire la planata finale verso il punto di contatto.

Descriveremo ora in dettaglio come funziona la valutazione visiva del pilota durante questo tipo di avvicinamento. Diamo per scontato che il pilota si avvicini al campo in verso antiorario, come d'uso nei circuiti di traffico aeroportuali. La cosiddetta base del circuito viene eseguita quando l'aeroporto si trova piuttosto in basso alla sinistra del pilota, con il vento che viene dalla sua sinistra. Mentre plana sulla base, l'aeroplano perde naturalmente quota in modo costante, ma non aumenta né diminuisce la sua distanza orizzontale dal punto di contatto, almeno non vistosamente. Quindi il punto di contatto si sposta gradualmente sempre più in su verso l'orizzonte del pilota, e quando si è spostato in alto abbastanza, quando cioè si trova ad un angolo tutt'altro che ripido, il pilota vira a sinistra e vi si dirige diritto. La chiave di tutta la manovra è il momento in cui viene eseguita questa virata finale. Se si fa troppo presto, si arriverà lunghi; se si fa troppo tardi, si arriverà corti.

La valutazione visiva avviene sostanzialmente durante la base, perché, una volta che il pilota ha eseguito la virata finale verso il punto di contatto, si trova come obbligato, ed ha poca possibilità di intervenire su quello che sarà il punto di contatto. Questa valutazione viene effettuata in quattro fasi di osservazione distinte e separate, due che *raccolgono* informazioni, e due che *applicano* le informazioni così raccolte.

LA RACCOLTA DELLE INFORMAZIONI

Durante la prima fase, il pilota cerca di capire qual è l'angolo di planata del suo aereo. Questo viene fatto semplicemente osservando il movimento dell'aereo e determinando il punto sul terreno al quale arriverebbe se continuasse la planata nella direzione del sottovento. Dato che al momento l'aereo sta planando in direzione normale al vento, questo non accentua né attenua la discesa, quello che il pilota osserva in questo modo è quindi essenzialmente il rateo che l'aereo avrebbe in aria

ferma. E questo è uno dei maggiori vantaggi di questo tipo di avvicinamento: consente al pilota di rinfrescarsi la memoria, come dire, dell'angolo di planata del suo aereo, allo stesso modo in cui la memoria del cantante si "accorda" sulla base di poche note del pianoforte.

La seconda fare consiste nell'osservare sulla sinistra, verso il punto di contatto desiderato, e proiettare mentalmente l'angolo di planata appena stabilito in quella direzione. Diventa in questo momento evidente se la planata, se venisse diretta verso il punto di contatto in quel preciso istante, portasse lunghi, oppure proprio sul punto di contatto, o fosse troppo corta.

Queste due operazioni non sono difficili, tuttavia sembra esserci un modo efficiente di compierle, ed uno inefficiente. Il modo inefficiente consiste nel giudicare sulla base delle quote assolute e delle distanze assolute e degli oggetti che si conoscono, mentre il modo efficiente si basa sull'orizzonte e le misure angolari come abbiamo puntualizzato precedentemente.

Proviamo a trascrivere in parole questi rapidi, semi inconsci processi mentali. Il pilota meno abile pensa: " ... mi pare che questa planata mi porterà a terra a circa due miglia da qui, vicino alla fattoria col fienile rosso. Quindi, se viro a sinistra adesso, continuerò a planare per circa due miglia, quindi arriverò ... vediamo" (e a questo punto gira la testa in direzione del punto di contatto desiderato) "mi porterebbe ben oltre il punto giusto. È meglio che aspetti". Il nostro pilota aspetta, e dopo un po' ripete le due operazioni, finché finalmente non gli sembra che la sua planata lo porterà al punto giusto. A quel momento esegue la virata, e se ha stimato correttamente, ci arriva.

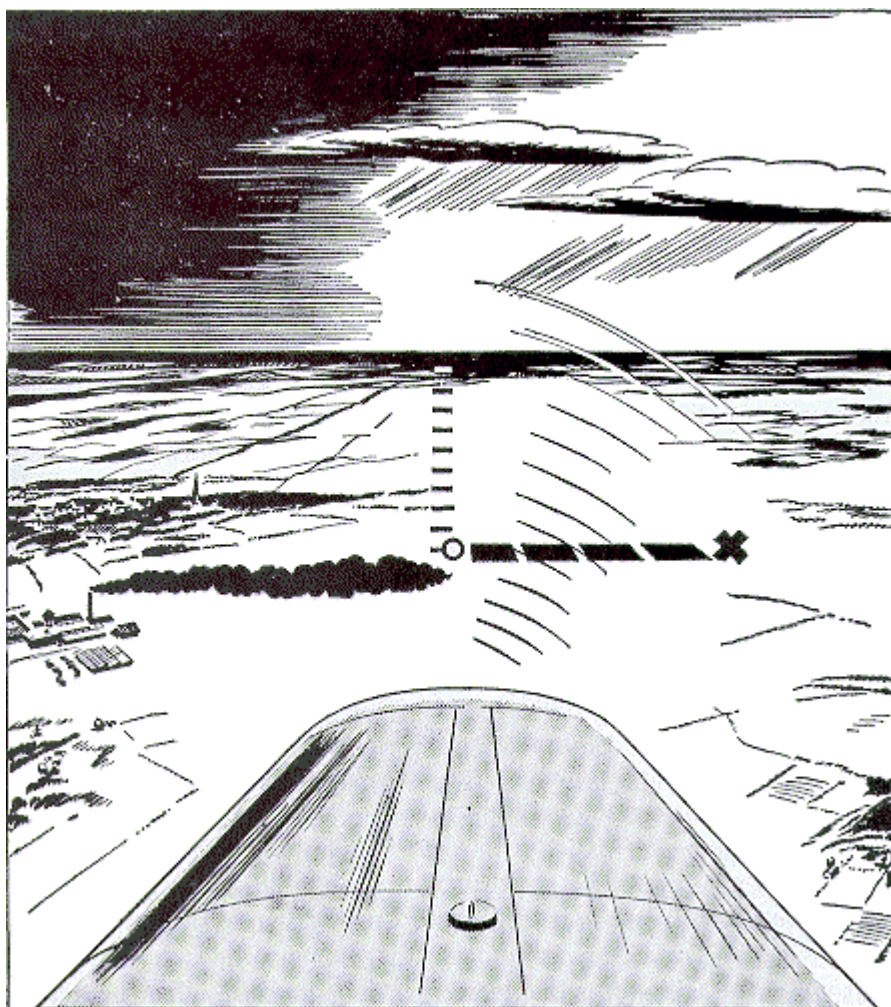
Questa non è tuttavia il modo efficiente. In primo luogo la stima della distanza non è sufficientemente affidabile, è influenzata da fattori come la luce, la foschia, il tipo di oggetti che uno sta guardando. In secondo luogo, il pilota che valuta in questo modo deve ripetere le sue valutazioni continuamente, dato che, dato che sta perdendo quota in una planata col vento al traverso, le distanze in oggetto variano continuamente.

Qui, invece, descriviamo come penserebbe il pilota più efficiente: " ... mi sembra che sto andando giusto verso il punto sul terreno dove c'è quella fattoria ..." e qui si interrompe "ma cosa mi interessa della fattoria: sto andando verso un punto che sta, vediamo, quanti gradi sotto l'orizzonte?" E a questo punto misura mentalmente la distanza angolare fra il punto e l'orizzonte. Come fa è difficile dirlo. Il professor David Webster usa il modo di dire molto espressivo "lascio cadere l'occhio", ossia, guarda prima all'orizzonte, poi guarda giù verso il punto (la fattoria), e fissa nella memoria la quantità di spostamento dell'occhio necessario per spostare lo sguardo dall'orizzonte al punto. Questo è probabilmente ciò che capita veramente. Se un istruttore volesse drammatizzare fino a renderlo visibile, potrebbe portarsi dietro una matita ed usarla, col braccio teso, per fare una mira; come fanno gli artisti

quando mirano con la matita per prendere una misura angolare approssimativa mentre disegnano.

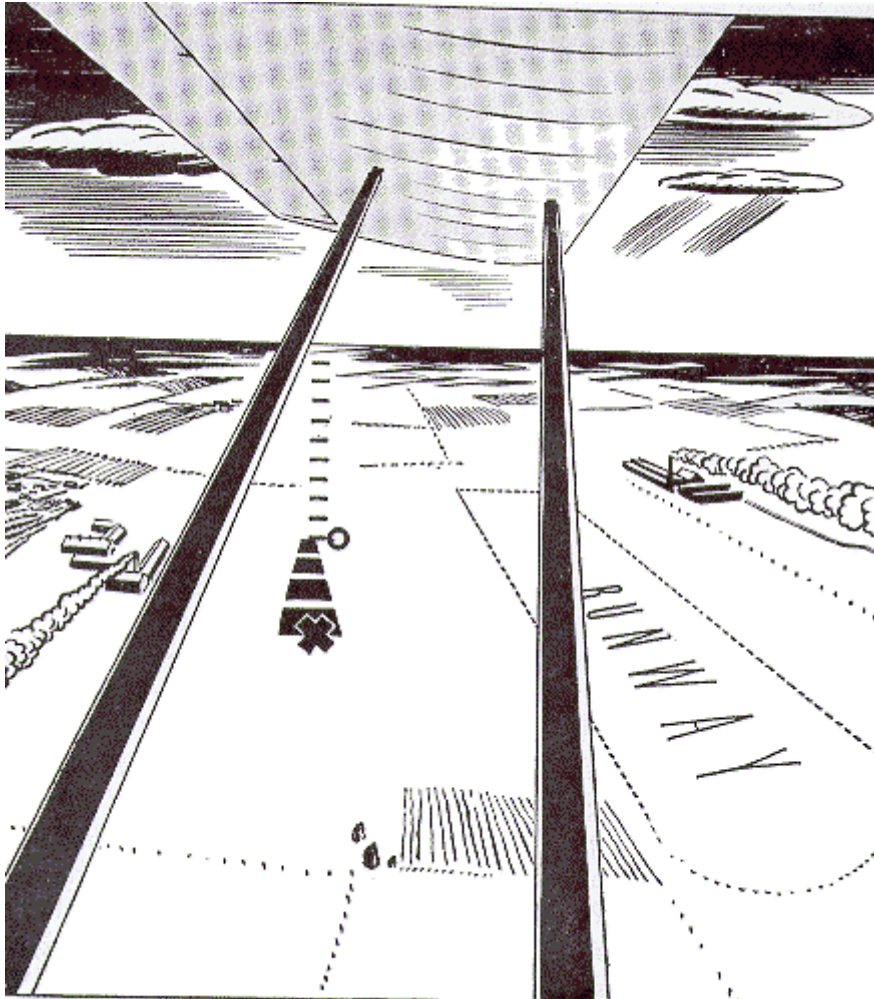
Fatto questo, il pilota si gira a sinistra, verso la pista, osserva l'orizzonte, "lascia cadere" l'occhio della quantità che ha memorizzato, quindi trova il punto in cui la sua planata lo porterà a terra.

Una volta determinato il punto, in termini di distanza angolare sotto la linea dell'orizzonte, che può essere raggiunto planando, può limitarsi ad attendere ed osservare il paesaggio sotto di lui che si deforma ed assume una nuova prospettiva. Gradualmente il punto di contatto si sposta in alto sempre più vicino all'orizzonte, e nel momento in cui ha raggiunto la distanza giusta da questo (quando cioè si trova ad un angolo al quale la planata lo condurrebbe a terra) in quel momento vira verso di lui, ed esegua il finale.



AVVICINAMENTO GIRANDO L'ANGOLO I°. Siamo in planata, guardando davanti al muso. L'aeroporto si trova alla nostra sinistra. Il vento viene da sinistra. Dobbiamo sapere: quando è il momento giusto per virare a sinistra e raggiungere il punto desiderato. Primo: osservare la planata: troviamo il punto che non si sposta né in su né in giù: il punto che raggiungeremmo se continuassimo così fino a terra, e se non ci fosse alcun vento al traverso. Memorizziamo questo punto col cerchietto. Quindi: osserviamo da deriva laterale, troviamo il punto su cui andremo a finire se continuassimo la planata. Memorizziamo questo punto con una "X". Cerchiamo di ricordare la distanza *angolare* a cui si trova il cerchietto rispetto all'orizzonte. Ricor-

diamoci la distanza vera, in metri o centinaia di metri, fra il cerchietto e la "X". Quindi guardiamo a sinistra.



AVVICINAMENTO GIRANDO L'ANGOLO II°. Abbassando lo sguardo dalla linea di orizzonte, troviamo il punto "C", il punto su cui arriveremmo se virassimo ora, e se non ci fosse vento. Questo punto lo troviamo "facendo cadere l'occhio" della stessa quantità angolare di cui lo abbiamo abbassato nella figura precedente, fra l'orizzonte e il punto che abbiamo identificato con il tondino. Quindi, partendo da questo tondino, ma andando verso noi stessi, consideriamo la distanza fra il tondino e la "X" della figura precedente, corretta dall'accorciamento della prospettiva. Troviamo un nuovo punto "X", che è il punto sul quale finiremmo se virassimo in questo momento. Ovviamente, siamo ancora un po' alti e atterreremmo nell'ultimo terzo di pista, invece che nel primo come si deve fare. Aspettiamo un 15 secondi, poi vireremo.

VALUTARE GLI EFFETTI DEL VENTO

Se non c'è vento, questo è tutto quel che c'è da fare. Ma se c'è un vento apprezzabile, il pilota deve anche tenerne d'occhio la velocità e correggerne gli effetti. Questo è lo scopo della fasi tre e quattro. Durante il primo tratto di un avvicinamento ad angolo retto, il vento è al traverso, e la deriva laterale che ne risulta fornisce al pilota una chiara idea della velocità del vento stesso; egli può quindi tentare le correzioni necessarie a lume di naso. La cosa consiste nel fare

la virata finale verso in campo più o meno in anticipo rispetto al momento che sarebbe giusto in aria ferma, il pilota cioè vira mentre si trova ancora in una posizione dalla quale, in aria ferma, arriverebbe lungo: egli conta sul vento per rendere più ripida la planata in finale.

Questo monitoraggio dell'effetto del vento può essere descritto, e può venire assimilato per mezzo di una piccola ma sistematica pratica. In questo caso, il modo di guardare del pilota non assomiglia a quello dell'astronomo, in termini di angoli e archi; in questo caso il pilota è interessato più alle distanze vere e proprie espresse in decine e centinaia di metri.

La terza fase, poi, si sviluppa nel modo seguente. Mentre egli guarda in avanti, può osservare non solo l'angolo con cui il vento lo fa sbandare lateralmente, ma anche la distanza vera di cui egli deriva sottovento: per esempio, il pilota punta esattamente verso la fattoria col granaio rosso, ma egli nota che se continuasse la planata fino a terra, non vi arriverebbe, ma andrebbe a finire quattrocento metri sottovento. Egli ora sa che questi quattrocento metri sono la deriva che dovrà pagare dal momento presente a quello in cui toccherà terra.

Ed ora, la quarta fase. L'occhio del pilota registra e trasla questi quattrocento metri sulla sinistra: se verrà spostato di quattrocento metri sottovento da ora al momento del contatto col suolo, ora deve gestire il suo avvicinamento come se volesse atterrare quattrocento metri sopravento rispetto al punto in cui vuole veramente atterrare, quindi quei quattrocento metri di deriva lo porteranno a terra proprio dove vuole atterrare. Quindi egli stima con l'occhio quattrocento metri sopravento rispetto al punto di contatto desiderato, per individuare il nuovo punto al quale indirizzare temporaneamente l'avvicinamento. Nello stimare questa distanza, deve naturalmente tener conto dell'accorciamento dovuto alla prospettiva con cui egli vede questo tratto di terreno. Quando guarda in avanti e stima la distanza della quale deriverà, egli vede in quattrocento metri non distorti, nella loro reale dimensione; ma quando egli trasferisce questa distanza sulla sua sinistra e la stima in direzione sopravento rispetto al punto di contatto desiderato, questa appare accorciata quindi più breve. Ma l'occhio sa, abituato dall'esperienza sul terreno, come eseguire correttamente questa specie di adattamento. Non è difficile, e dopo un po' di pratica diventa automatico, e produce degli avvicinamenti molto precisi.

Questa stima della deriva vale, naturalmente, solo per il momento in cui viene fatta. Deve essere continuamente ripetuta finché si vira in finale.

SPESSE CIO' CHE E' BUONO SEMBRA SCOMODO

Quello che abbiamo appena descritto è piuttosto ostico da leggere. È la tipica cosa che la maggioranza delle persona si rifiuta di visualizzare con uno sforzo di astrazione, ma che dovrebbe piuttosto essere visualizzata da un istruttore. Queste ultime pagine, per altro, sono indirizzata primariamente agli

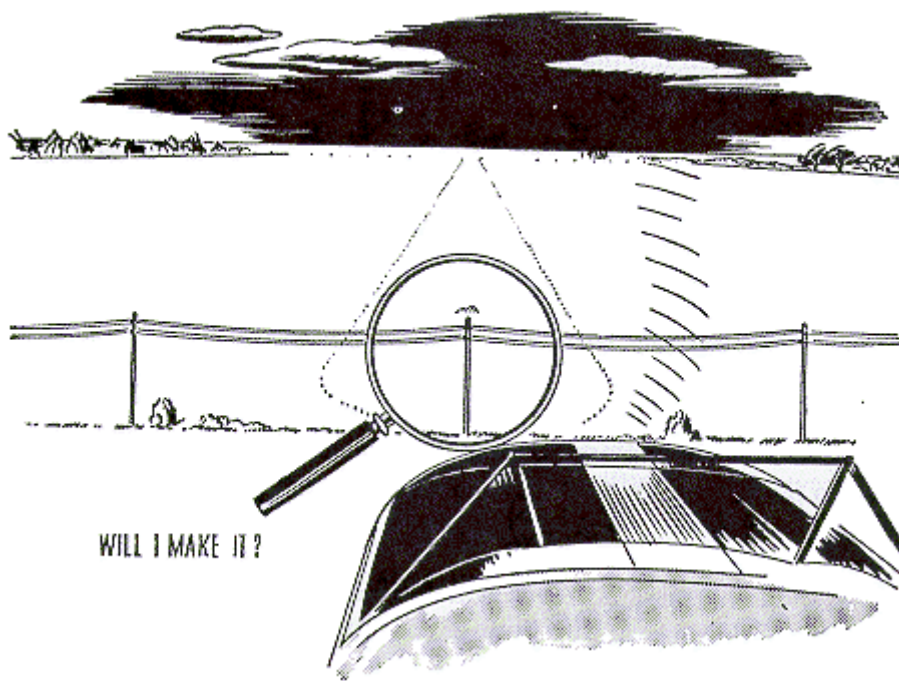
istruttori. Una volta afferratone il senso, l'istruttore troverà piuttosto semplice far vedere queste cose all'allievo durante il volo. La planata dovrebbe venire iniziata da una quota di diverse migliaia di piedi, in modo che ci sia tempo in abbondanza per spiegare ed osservare. E potrebbe essere una buona idea mettere in evidenza queste cose all'allievo da subito, mentre ci si trova ancora presso la torre dell'aeroporto, o in qualche altro posto riservato, che non sia rumoroso o affollato.

L'allievo, quindi, scoprirà che queste cose non sono poi così difficili da capire. Un quarto d'ora di lettura attenta di queste poche pagine, preferibilmente in un posto elevato da cui l'orizzonte sia chiaramente visibile, chiarirà tutto. Una volta capiti, questi trucchetti sulla stima visuale sono davvero semplici.

Anche allora, però, richiedono pratica. All'inizio, il metodo più teorico e sistematico di valutazione che è descritto qui sembrerà piuttosto scomodo, un inutile grattacapo, e meno efficiente dello stile libero del "prova e dai!". Ma questo pasticcio iniziale lo si riscontra anche in altre fasi del volo, come pure in tutti gli altri sport o attività di destrezza, tutte le volte che si prova a fare una cosa veramente bene. La tecnica del respiro per un cantante, ad esempio, sembra all'inizio piuttosto scomoda, ed è in effetti piuttosto scomoda. Ma a lungo andare il cantante riuscirà proprio grazie a questa.

IL FINALE

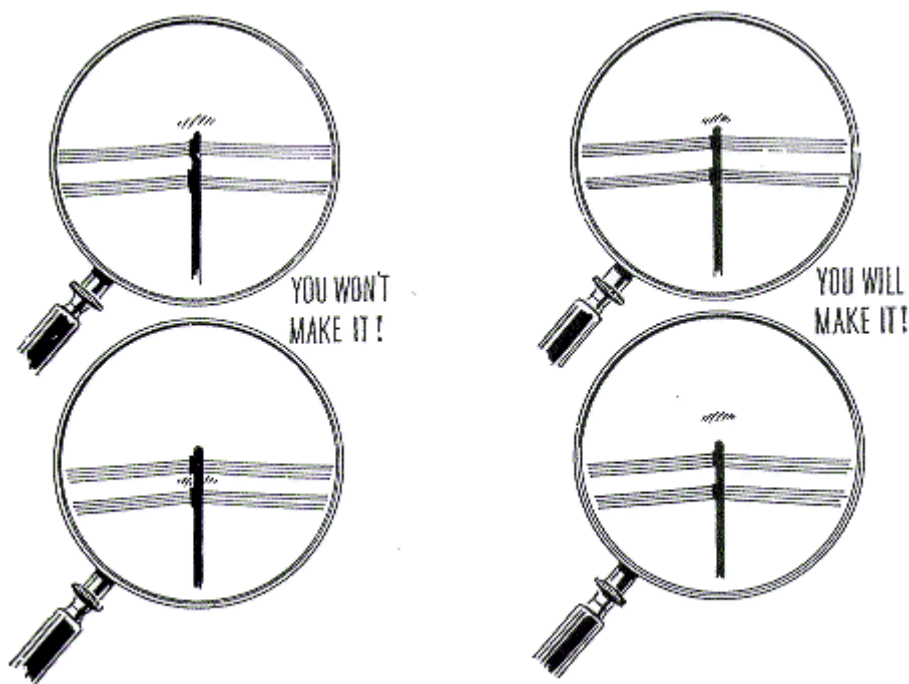
Ed ora il finale. Abbiamo fatto le nostre valutazioni e abbiamo virato verso il punto desiderato. Ma, in ogni caso, c'è la probabilità che la nostra valutazione sia affetta da un qualche errore, e ci sono le ascendenze e le discendenze a mettere in crisi la nostra precisione, e le variazioni di vento a variare della quota. Durante il finale, siamo tutti portati a preoccuparci un po', soprattutto se si tratta del volo di esame, o di un vero atterraggio forzato. Ce la faremo? Allora dobbiamo iniziare le nostre valutazioni visive. E dobbiamo farlo velocemente. Perché quando si arriva lunghi è molto più facile correggere senza manovre brusche se ci si accorge subito della cosa; e quando si arriva corti si può correggere, senza usare il motore, solo se ci si accorge della cosa quando è sul nascere.



Eviterò l'ostacolo? Notare che il ciuffo d'erba sulla pista è proprio "sopra" il palo. Questo è il punto di riferimento che consente di valutare correttamente.

Ce la faremo o non ce la faremo? Come possiamo giudicare?

A questo punto una chiave di valutazione è il movimento apparente degli oggetti sul terreno. Quando guardiamo in avanti e in basso verso il punto di contatto, capitano contemporaneamente due fenomeni ottici. In primo luogo, tutti gli oggetti diventano apparentemente più grandi, perché si avvicinano sempre più al nostro occhio: l'erba della pista, gli hangar, gli alberi, il campo oltre l'aeroporto, tutto si avvicina e si ingrandisce. Ma nello stesso tempo la maggior parte di questi oggetti, mentre diventano "più grandi", mostrano anche di spostarsi: si muovono in posti differenti del nostro campo visivo.



A sinistra: se l'ostacolo sembra "crescere" sul campo in maniera tale che la sua sommità appare al disopra del punto di riferimento originale, la nostra planata, come la stiamo facendo, ci porterà a sbattere contro la linea elettrica. A destra: se l'ostacolo sembra "ritrarsi" nel campo, scendendo rispetto al punto di riferimento originale, la planata ci porterà sani e salvi oltre l'ostacolo stesso. Non mollare.

Alcuni si muovono verso il basso. Per esempio, prendiamo la recinzione dell'aeroporto. Nella prima fase del finale, essa si trova praticamente di fronte a noi; quindi si sposta in basso nel nostro campo visivo, finché alla fine si intravede sotto di noi. Altri oggetti si muovono verso l'alto nel nostro campo visivo. Per esempio, prendiamo quei campi un po' oltre l'aeroporto. All'inizio stavano praticamente di fronte a noi, e la visione li abbraccia facilmente insieme con l'aeroporto. Verso la fine dell'avvicinamento, quando guardiamo al punto di contatto, dovremmo alzare lo sguardo piuttosto notevolmente per vedere quel campo.

Gli oggetti quindi si spostano. La cosa che ci dice se stiamo arrivando lunghi o corti è questa: arriveremo lunghi rispetto a tutti gli oggetti che si muovono in basso, per quanto lentamente; arriveremo corti rispetto a tutti gli oggetti che so spostano verso l'alto, per quanto lo possano fare lentamente. E tutti gli oggetti che rimangono stazionari nel nostro campo visivo, aumentando solo la loro grandezza, sono gli oggetti su cui andremo a finire.

Più l'aeroplano è veloce, più la cosa è evidente. Questa è la ragione per cui gli aerei più veloci sono più facili da far atterrare. Più arriveremo lunghi o corti rispetto ad un oggetto, più questo avrà un moto relativo evidente. Nel centro del campo visivo, presso la zona in cui gli oggetti stanno fermi, che è il punto in cui finirà la planata, il movimento relativo è comunque molto lento, e questa è la ragione per cui gli al-

lievi spesso volano nel dubbio quando l'istruttore ha già capito da un pezzo se la planata raggiungerà o meno il punto desiderato. L'allievo inesperto non si prende tempo sufficiente per osservare i leggerissimi movimenti degli oggetti nella zona critica: tende a guardare per un secondo poi a guardare qualcos'altro, ma occorrono circa 4 o 5 secondi di attenta osservazione, specialmente su un aereo leggero che plana lentamente, per avere la sensazione di quel che sta capitando veramente.

QUELLA LINEA ELETTRICA

Se il campo è circondato da alberi o da pali dell'elettricità, una valutazione esatta diventa due volte più importante, e nello stesso tempo subentra un aspetto emotivo che interferisce con le valutazioni. Spesso l'allievo dà manetta per tenersi lontano dai fili, solo perché l'istruttore gliela chiuda di nuovo dicendogli che è già abbastanza distante. Man mano che migliora la capacità di valutazione, le cose cambiano, ma in ogni caso gli ostacoli non sono piacevoli.

Ecco come stimare con grande precisione. Avvicinandoci al campo, noi vediamo le sommità dei pali proiettate sulla pista. Vediamo cioè la punta di un palo sullo sfondo della superficie della pista con ciuffi d'erba, o punti spelati, e così via, che forniscono dei punti di riferimento. Ora, se durante l'avvicinamento le punte dei pali sembrano crescere e sovrapporsi a punti più lontani nel campo, per quanto lentamente, non eviteremo la linea. Se le punte dei pali sembrano rimanere ferme, rispetto al loro sfondo, le eviteremo, a meno del carrello, ma il carrello andrà a toccare. Ma se le sommità dei pali stanno apparentemente uscendo dal campo, per quanto lentamente, ce la faremo.

Per cercare di capire come pilota e aeroplano si comportano durante l'atterraggio, sarebbe meglio cominciare dalla fine. Tutta quanta la manovra dell'atterraggio è finalizzata soltanto all'attimo conclusivo, e ad un'unica necessità: l'attimo del contatto col suolo, e la necessità che questo contatto sia del tipo giusto. In altre manovre, il pilota è in grado di correggere continuamente i suoi errori, man mano che li può riconoscere. In una virata stretta, per esempio, tutta l'azione del pilota non è altro che una serie di piccole correzioni. Nell'atterraggio, l'errore diventa evidente solo dopo il contatto col suolo, quando è troppo tardi per fare una correzione. Per questa ragione, l'allievo dovrebbe prima di tutto capire fino in fondo le modalità esatte con cui un aereo viene in contatto col terreno.

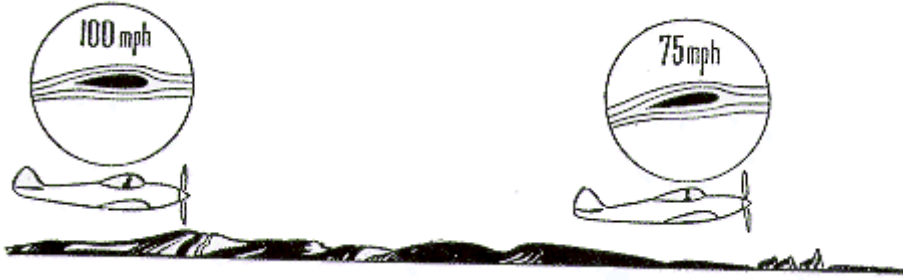
PERCHE' TRE PUNTI?

Il modo usuale di atterrare è ancora costituito dall'atterraggio su tre punti. In questo tipo di atterraggio, l'aereo tocca il terreno in un assetto cabrato, e lo tocca con tutti i suoi tre punti di appoggio, carrello principale e ruotino di coda, contemporaneamente. Perché un assetto di questo tipo? E che bisogno c'è di tre punti?

Si dice spesso che l'atterraggio è uno stallo, eseguito a un trenta centimetri, o giù di lì, sul filo del terreno. Può essere anche così, ma non necessariamente è così. Effettivamente pochi aerei, quando toccano il terreno durante un normale atterraggio su tre punti, non solo stallati. In ogni caso, lo stallo non è il punto centrale della manovra, il punto centrale è la mancanza di velocità. Il progettista tende a far sì che l'atterraggio del suo aereo avvenga più o meno alla più lenta velocità a cui l'aereo stesso, dato un certo tipo di ala e un certo peso, è aerodinamicamente in grado di sostenersi in volo.

Il progettista vuole un atterraggio così lento per diverse ragioni. In primo luogo, atterraggi a velocità più alte comporterebbero maggiori sforzi sulla struttura dell'aereo, e lo costringerebbero ad usare elementi strutturali più pesanti, e questo ridurrebbe il carico utile dell'aereo. In secondo luogo, il progettista è normalmente del parere che, più l'atterraggio è lento, più è facile per il pilota atterrare. Questa opinione è in gran parte sbagliata, tuttavia è generalmente accettata. E alla fine, il progettista considera la possibilità di un atterraggio forzato sul un piccolo campo, e la corsa di un aereo aumenta *col quadrato della velocità*, il che vuol dire che se raddoppiamo la velocità, la corsa di atterraggio diventa 4 volte più lunga. Il progettista ha anche in mente la possibilità di atterrare su terreni non preparati, o atterraggi violenti fino a comportare delle rotture, o incidenti durante l'atterraggio, in breve, la possibilità che l'aereo vada a sbattere contro qualcosa, e in questo caso la distruttività dell'impatto, e il

pericolo per i passeggeri, aumentano anche loro "col quadrato della velocità".



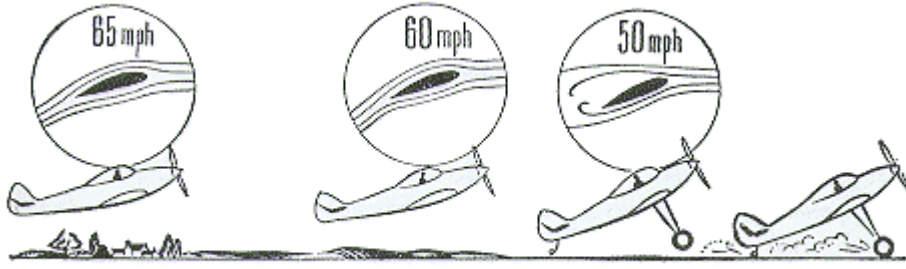
Un atterraggio su tre punti (qui ne facciamo vedere uno estremamente "fluttuante") si esegue facendo volare l'aereo rasente al terreno, sempre più lentamente, ad incidenza sempre maggiore, finché non si raggiunge l'incidenza di stallo. A questo punto l'aereo cade ...

Per tutte queste ragioni, abbassare la velocità di atterraggio di un aereo da 56 a 40 nodi, significa ridurre della metà tutti questi motivi di rischio! Dimezza l'energia cinetica che entra in gioco, la distanza necessaria per fermarsi, il rischio di farsi male, le conseguenze di qualsiasi incidente.

Per tutte queste ragioni, quindi, il progettista pretende che l'aereo venga in contatto col suolo mentre vola e bassissima velocità. Ma nel volo lento, un aereo deve essere forzato ad alta incidenza: ecco perché quel caratteristico assetto fortemente cabrato, ecco la necessità che la barra sia tutta indietro, o quasi.

Per quanto concerne i requisiti dei tre punti, è presto detto: il progettista non fa che dimensionare la lunghezza delle gambe di forza del carrello principale e l'altezza del ruotino o supporto di coda in modo che, quando l'aereo vola rasente a terra in questo assetto fortemente cabrato, i tre punti possano toccare terra simultaneamente.

L'esatta lunghezza delle gambe di forza del carrello principale dipende quindi soltanto da quanto il progettista si aspetta che il pilota rallenti prima di toccare terra. Sulla maggior parte degli aerei, il progettista si avvicina al limite da questo punto di vista: egli si aspetta quindi che il pilota rallenti fino alla velocità di stallo, prima di toccare il terreno, e dimensiona il carrello di conseguenza. Ma ci sono delle eccezioni: alcuni aerei perfettamente normali sono congegnati con un carrello piuttosto basso, e con un ruotino di coda relativamente alto, e sono quindi pensati per atterrare non stallati, ossia a velocità non rallentata al limite. Se atterriamo con questi aerei su tre punti, questi atterrano a diversi nodi più veloci rispetto al volo più lento che sono in grado di mantenere. Se, d'altra parte, atterriamo con la minor velocità possibile, praticamente stallati quindi con la barra tutta indietro, non atterreremo sui tre punti, ma toccheremo per primo il ruotino di coda, mentre le ruote del carrello principale si troveranno ancora a diversi centimetri dal suolo.



... a terra. Il carrello di atterraggio è dimensionato in modo che se l'aereo tocca terra in questa condizione di volo lentissimo, tutti i tre punti toccheranno contemporaneamente.

N.B. questa figura deve venire impaginata in modo che sia allineata in orizzontale con la precedente

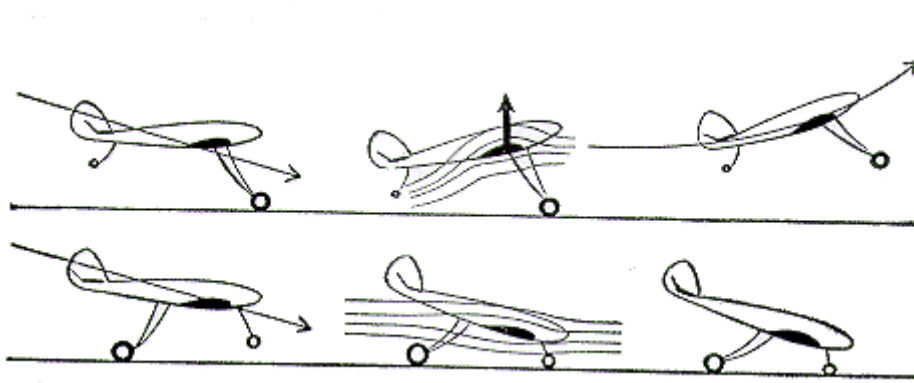
Anche qui si trovano aeroplani, costruiti per la ricognizione militare, che sono in grado di volare ad angoli di incidenza particolarmente elevati, in virtù di fessure o altri dispositivi antistallo sulle loro ali; perché questi aerei possano sfruttare la loro capacità di volo lento, hanno per forza bisogno di gambe di forza particolarmente lunghe, e devono essere portati a contatto col suolo in un assetto particolarmente cabrato.

Quindi, in conclusione: non è del tutto vero che, quando atterriamo, noi portiamo l'aereo sempre più cabrato per poter toccare il terreno con tutti i tre punti contemporaneamente. La storia vera è un'altra: i tre punti del carrello di atterraggio si trovano in posizione tale che essi sono in grado di arrivare a terra contemporaneamente, se l'aereo si avvicina al suolo in assetto cabrato e ad andatura lentissima!

Per l'allievo che inizia, non è una cosa semplice portare l'aereo prossimo al terreno, e lasciarvelo letteralmente cadere in uno stallo. La cosa richiede un occhio che viene solo con la pratica. E all'inizio sembra di sbagliare, perché richiede anche che la barra venga tirata bene indietro, e portata sempre più indietro, finché, in un atterraggio completamente stallati, essa si viene a trovare compressa contro lo stomaco del pilota. Il tutto così vicini a terra, che la cosa contrasta col sale nella zucca del pilota, ed è giusto che sia così. Praticamente tutti gli allievi, riluttanti a tirare la barra indietro come è necessario, non riescono a rallentare l'aereo di quanto è stato previsto dal progettista, toccano col carrello principale per primo, e rimbalzano.

I RIMBALZI

Ci sono tre distinti effetti che agiscono sull'aeroplano quando si atterra col carrello principale per primo. Due sono sfavorevoli, e causano il rimbalzo, uno è favorevole, e tende a impedire il rimbalzo.



Sopra: Con il carrello tradizionale, l'aereo tende a rimbalzare. Il contatto col suolo, a meno che non avvenga sui tre punti contemporaneamente o con estrema delicatezza, tende a far puntare il muso *in alto*. L'incidenza quindi aumenta, e una momentanea sorgente di nuova portanza porta su l'aereo e lo stacca dal suolo. La sorgente di portanza ben presto si esaurisce, e ne segue una pesante caduta. Sotto: con il carrello a triciclo, l'aeroplano abbraccia il terreno. Indipendentemente dalla velocità o dall'assetto dell'aereo, il contatto col suolo butta il muso *in basso*. L'incidenza cala, e può anche diventare negativa. La portanza cala, o può addirittura diventare negativa e tenere l'aero giù.

Il primo effetto è *l'impatto col suolo*. Quando l'aereo contatta il terreno e sbatte per prime le ruote del carrello principale, il muso riceve un colpo verso l'alto quando la coda non è ancora in contatto col terreno e si sta ancora abbassando. Il risultato è che l'aeroplano alza vistosamente il muso: l'incidenza delle ali aumenta, la portanza aumenta. Esattamente come se il pilota avesse di colpo stratonato indietro la barra, l'aereo si impenna verso l'alto.

Questo è un rimbalzo, perché sembra esattamente come se l'elasticità del carrello avesse rispedito l'aereo per aria, proprio come rimbalza una palla. In realtà, non si tratta di un rimbalzo, ma di un decollo involontario: il colpo contro il terreno disturba soltanto un poco l'assetto dell'aereo, la forza che rialza veramente l'aereo dal terreno non è l'impatto col suolo, ma l'azione dell'aria sulle ali, che di colpo assumono una incidenza molto maggiore.

Questo effetto non è tuttavia così dannoso come molti piloti pensano. La sua pericolosità è legata a diversi fattori. Uno è la rigidità del carrello. Se il carrello è elastico, l'impatto col suolo naturalmente farà schizzare in alto il muso, l'incidenza di colpo aumenterà, si verificherà una notevole portanza e un bel salto. Ma ora molti carrelli incorporano, oltre alle molle vere e proprie e ad altri elementi elastici, dei tipi di ammortizzatore che mettono in condizione il carrello di sopportare un impatto brusco, ma reagendo elasticamente solo con lentezza: la gamba di forza cede all'istante sotto l'effetto dell'impatto, ma la sua reazione elastica è ritardata da una serie di dispositivi di attrito. Con un carrello di questo tipo, il contatto col terreno che si verifica con le ruote del carrello principale non causa una spinta del muso verso l'alto così violenta, e tutti i conseguente effetti sono molto più smorzati.

Altro fattore importante è la caduta della velocità che si verifica nel momento dell'impatto col suolo. Un principiante teso e confuso a volte si blocca verso la fine dell'atterraggio, quando si trova a 5 piedi di quota rispetto al suolo. Giunto a questo punto, smette di tirare a sé la barra, non riesce a controllare la discesa dell'aereo, ma se ne rimane lì con la barra a mezza strada ad aspettare l'impatto col terreno. L'aeroplano naturalmente comincerà a cadere, e naturalmente, se questa caduta prosegue incontrollata fino a terra, diventerà piuttosto pronunciata, e quindi l'impatto col terreno produrrà un'impennata dell'aereo molto accentuata.

Anche il pilota più esperto spesso valuta male la sua altezza o il suo rateo di discesa, oppure, su un aereo cui non è abituato, valuta male l'altezza del carrello. Anche a lui, quindi, può capitare di fare un atterraggio con le ruote del carrello principale. Ma, dato che non cade da una grande altezza, ma è impegnato, fino al momento del contatto col suolo, a tirare la barra indietro e a rallentare l'aereo, mantenendo così rateo di discesa e velocità sotto controllo, il conseguente "rimbalzo" sarà dolce e senza conseguenze, o non potrà verificarsi affatto.

QUANDO SI PENSA LENTAMENTE

Il secondo dei tre effetti che caratterizzano l'atterraggio con le ruote del carrello principale è il ritardo delle reazioni dell'allievo alla barra. Questo è quello che sul palcoscenico si chiama "rimanere frastornati"¹, ossia la reazione ritardata e inappropriata di chi non coglie un improvviso variare della situazione e se ne rimane impacciato come se nulla fosse successo. Al cinema questo è normalmente un effetto comico. Nel volo, è invece la causa principale di quei balzi ripidi, come le rane, che sono così tipici degli atterraggi degli allievi che iniziano.

Capita grossomodo così: all'allievo è stato detto decine di volte che la barra deve trovarsi tutta indietro contro il suo stomaco nell'istante in cui si verifica il contatto col suolo. Diverse volte se lo è dimenticato. Questa volta è ben deciso a non farsi cogliere mentre dorme. Ma ancora una volta, prima di riuscire a mantenere fede alle sue buone intenzioni, sente il rumore delle ruote sulla pista. In quel momento, tira tutta indietro la barra, pensando che sia il momento: "giusto in tempo!" pensa.

Ma è arrivato troppo tardi. Dato che il contatto col suolo si è già verificato, non solo non fa niente di buono, ma peggiora positivamente la situazione: riesce soltanto a far cabrare l'aereo con l'equilibratore proprio nello stesso istante in cui l'impatto col suolo sta facendo impennare l'aereo verso l'alto: il muso quindi si alza due volte più vistosamente, e il salto conseguente è due volte più ripido di quanto non sarebbe stato se l'allievo non avesse fatto proprio niente!

¹ La frase gergale inglese è intraducibile, ed è difficile rendere il senso del testo originale con altrettanta vivacità.

È probabilmente questo effetto, piuttosto che il difettoso contatto col suolo in sé, che determina il tipico salto dell'allievo. Per evitarlo, l'allievo dovrebbe organizzarsi mentalmente in anticipo, non limitarsi a pensare che continuerà a tirare la barra indietro finché continuerà a muoversi, ma anche che mollerà la mano nell'istante in cui sentirà la terra sotto le ruote. Al giorno d'oggi, è pratica comunemente accettata quella di tirare tutta indietro la barra durante la corsa di atterraggio. Se non fosse così, qualche volta potrebbe essere una buona idea se l'allievo lasciasse la barra completamente al momento dell'impatto col terreno.

Il terzo dei tre effetti che caratterizzano un atterraggio sulle ruote del carrello principale è quello dell'attrito col terreno. Questo è l'effetto favorevole: esso infatti riduce la tendenza a rimbalzare. L'attrito del terreno, tendendo a rallentare le ruote, agisce attraverso la leva costituita dalle gambe di forza del carrello, e quindi tende a buttare giù il muso dell'aereo. In funzione del tipo di superficie della pista e della velocità, questo effetto di attrito può essere lievissimo, oppure molto forte. In almeno un caso si sospetta che sia stato abbastanza forte da causare un incidente mortale. Durante una manifestazione aerea un pilota ha toccato il terreno con le ruote dopo aver fatto una picchiata a fortissima velocità. La resistenza del carrello sembra aver spinto il muso in basso con tanta forza, che, presumibilmente con tutta la barra indietro, il pilota non è stato in grado di riprendere il volo e di indirizzare nuovamente il muso verso l'alto.

L'ATTERRAGGIO SVOGLIATO

Una sorprendente dimostrazione dello stesso effetto può essere realizzata con un normale aereo da addestramento su un campo in erba. Possiamo planare fino a terra senza neppure provare a metterlo giù delicatamente, su tre punti, su due punti, o in qualsiasi altro sistema: basta farlo andare giù, e al momento del contatto col suolo togliere del tutto le mani dalla barra. L'aereo non rimbalzerà, né alzerà il muso. Si adagerà dolcemente a terra, rullando con la coda alta e ad elevata velocità per il campo. Quando la velocità si affievolisce, abbasserà la coda e da quel momento decelererà rapidamente nel modo usuale. Su un campo d'erba, la cosa funzionerà sia che arriviamo a terra veloci o lenti, finanche alla velocità di crociera, che arriviamo a terra con o senza motore, ripidi o con una dolce traiettoria. Tutto quello che serve quando si prova questa manovra è interrompere la planata in modo che l'aereo plani a terra secondo un angolo che sia circa la metà di quello della planata alla massima efficienza; allora, senza più toccare la barra, lasciate che vada in terra. La correzione dell'angolo di planata è necessaria non perché altrimenti l'aereo salterebbe o rimbalzerebbe per effetto dell'impatto con un angolo troppo ripido, ma solo perché l'impatto in sé sarebbe piuttosto forte sulla struttura dell'aereo, quando avviene secondo un angolazione troppo accentuata.

Su una pista asfaltata lo stesso tipo di impatto col suolo produrrebbe con tutta probabilità un rimbalzo. La superficie pavimentata non sviluppa un attrito sufficiente per trattenere il muso verso il basso. Ma anche su una pista di questo tipo, i rimbalzi sono meno accentuati di quanto la maggior parte dei piloti si aspetterebbero.

Insomma, sembrerebbe che l'effetto dell'attrito del terreno (che tende ad impedire all'aereo di rimbalzare) contrasti la maggior parte degli effetti dell'impatto col terreno (che tende a far rimbalzare l'aereo); e sembra che il tipico saltellone dell'allievo sia causato soprattutto dalle sue reazioni ritardate, dal suo tirare indietro tutta la barra dopo che si è verificato il contatto col suolo. Morale: non fatelo.

COME COMPORTARSI QUANDO L'AEREO RIMBALZA

Cosa deve fare il pilota se l'aereo rimbalza? Probabilmente tutti i piloti fanno la stessa cosa, ma la descrizione che essi forniscono di quella cosa non è la stessa. E anche in questo caso, come in ogni altro aspetto del volo, parole o istruzioni leggermente diverse, concetti leggermente diversi nella testa dell'allievo, possono produrre risultati sorprendentemente differenti.

Un pilota ci potrebbe dire: "Mantienilo in volo. Appena ti accorgi che hai rimbalzato sul terreno, dai barra in avanti per mantenere una traiettoria piatta durante il rimbalzo, e rimani almeno vicino a terra, se proprio non riesci a mantenerti stabile a terra. Quindi, quando l'aereo torna vicino a terra, comincia a tirare la barra indietro di nuovo e tenta un contatto sui tre punti". Ma, se un allievo prova a fare questo, quasi certamente la sua azione i correzione andrà in controfase rispetto alle reazioni dell'aeroplano. Probabilmente la pressione in avanti sulla barra avrà effetto proprio quando l'aereo raggiunge il punto più alto del sobbalzo, e si dirige in basso per conto suo, in virtù della sua stabilità intrinseca. Il risultato probabilmente sarà che il secondo impatto col terreno sarà ancor di più "sulle ruote" del primo, e ne discenderà un secondo rimbalzo ancora più accentuato.

Un altro pilota ci potrebbe dire: "Quando rimbalzi, non fare nulla. Tieni ferma la barra e aspetta, e quando arrivi alla sommità del rimbalzo e cominci a ridiscendere verso il terreno un'altra volta, riprendi a tirare indietro con la barra, e questa volta tirala indietro del tutto". Questa è una ricetta abbastanza buona, specialmente per aerei con poco carico alare e per rimbalzi normali, non troppo accentuati.

Un altro pilota ancora potrebbe dirci questo, e sarebbe probabilmente la migliore ricetta, e funziona su aerei di tutti i tipi e di qualsiasi carico alare: "Se rimbalzi, concentra la tua attenzione *sull'assetto* dell'aereo. Fai con la barra tutto il possibile per portare l'aereo in assetto tale da farlo toccare sui tre punti, ossia nell'assetto con cui si appoggia a terra, e, una volta che lo hai messo nel giusto assetto, fai con la barra tutto quello che devi per mantenercelo. E, se il rimbalzo era proprio forte, stai pronto con la mano della ma-

netta a ridare potenza, per evitare di ricadere troppo duramente.

L'ATTERRAGGIO GALLEGGIANTE

Ed ora occupiamoci più da vicino della manovra che porta l'aeroplano a terra sui tre punti. La si può fare in due modi diversi: l'atterraggio "galleggiante" e quello con stallo. Per prevenire ogni confusione, diciamo ancora una volta che questi sono due modi diversi di portare l'aereo a contatto col suolo sui tre punti. L'atterraggio con stallo è più difficile, più preciso e più corretto: è la modalità che si preferisce in Aeronautica durante l'addestramento primario. Ci occuperemo per primo dell'atterraggio "galleggiante" perché è più semplice da fare e molto più facile da capire.

Il pilota si avvicina con una planata normale, e livella solo quando si trova molto vicino al terreno, in modo da trovarsi che fila livellato, alto un piede o due sul terreno, con un mucchio di velocità da smaltire. La procedura per atterrare a questo punto consiste semplicemente nel mantenere in volo l'aereo il più a lungo possibile. Dato che il motore è al minimo, e la traiettoria di volo è orizzontale, la velocità ovviamente calerà. Appena la velocità diminuisce, anche la portanza cala: l'aereo scenderà sul terreno (facendo un cattivo impatto con le ruote) a meno che il pilota non tiri indietro la barra, tirando su il muso e forzando l'aeroplano ad una maggiore incidenza. L'incidenza maggiore a questo punto ripristina la portanza, in modo che l'aereo continua a galleggiare. Ma subito la velocità cala nuovamente, e di nuovo l'aereo cadrebbe se non si aumentasse ancora l'incidenza tirando la barra ancora più indietro. Più l'incidenza è alta, più rapidamente cala la velocità; più la velocità cala rapidamente, più il pilota deve aumentare con rapidità l'incidenza per evitare di cadere a terra, in modo che questo "rimanere in aria" richiede un continuo movimento all'indietro della barra, che all'inizio è quasi impercettibilmente lento, poi diventa più rapido, e alla fine, in certi aerei, finisce per diventare quasi uno strattone che porta indietro la barra verso lo stomaco del pilota. Quando la barra è tutta indietro, non c'è nient'altro che il pilota possa fare per tenere l'aereo sollevato da terra, così questo vi cadrà sopra. E, come abbiamo detto precedentemente, le gambe di forza del carrello sono dimensionate in modo che, quando cade giù in questa condizione di volo, è portato a toccare con i tre punti contemporaneamente.

LA PERCEZIONE DELLA QUOTA SI PUO' IMPAPARE

Ma come fa il pilota a sapere a quale quota deve livellare, e quanto si trova alto sul terreno?

E a questo punto salta fuori il terribile concetto della percezione della quota. Secondo i manuali tascabili sul volo, questa valutazione si basa sulla percezione della distanza, quella misteriosa attitudine che il dottore ha testato quando avevate in mano quei due spaghi e dovevate muovere quelle due

specie di matite in quella specie di teatrino dei burattini². La percezione della distanza ci viene dal fatto che nella nostra testa abbiamo due occhi posti ad una certa distanza. Quando guardiamo una cosa, diventiamo tanto più strabici, si fa per dire, quanto più la cosa è vicina. Inoltre, ogni occhio percepisce un'immagine leggermente diversa, in virtù del diverso punto di osservazione. Tutto questo si traduce nel nostro cervello nella percezione della distanza, ovvero della quota.

Ma questo tipo di percezione della quota (chiamiamolo per ora percezione "pura" della quota) non ha niente a che vedere con l'atterraggio, e a dire il vero con nessuna altra fase del volo, eccetto il volo in formazione. Che questa sia importante, o addirittura indispensabile per il pilota, è solo una di quelle vecchie superstizioni che gli scrittori di aviazione si copiano l'un l'altro dai loro libri, proprio come quella che il timone è il comando direzionale dell'aeroplano, o che tirando la barra indietro lo si faccia salire. A parte il volo in formazione, l'unica occasione in cui la percezione "pura" della distanza può venire usata per condurre un aereo è a terra, quando si rulla vicino agli hangar, agli altri aerei, ecc.: quando il pilota deve stimare se l'ala ci passerà. E l'esame delle estremità alari mostra che non tutti i piloti si equivalgono; ecco perché le compagnie aeree hanno da un bel pezzo dipinto delle strisce bianche sui piazzali degli aeroporti per evitare che i loro piloti vadano a sbattere con gli aeroplani!

Nell'atterraggio, la visione del pilota non è diretta verso il basso, e non è rivolta a cercare di valutare la distanza che rimane fra il pilota stesso e il terreno. Essa è rivolta ben più in avanti, ad una regione centinaia di metri davanti all'aeroplano, ben oltre il punto a cui arriva la percezione "pura" della distanza.

La percezione diretta della distanza è affidabile solo per distanze brevissime: oltre i trenta metri o giù di lì essa decade completamente, e non siamo più in grado di valutare la distanza in questo modo. Se noi percepiamo la distanza anche più lontano, lo facciamo in altri modi, tutti indiretti: la quantità di dettaglio con cui vediamo le cose, oppure, se si tratta di oggetti di grandezza nota come alberi, la loro dimensione apparente, oppure, se li guardiamo da un punto di osservazione in movimento, come il finestrino di un treno, la velocità e il modo con cui essi sembrano muoversi l'uno dietro l'altro. Si nota subito che tutti questi metodi di giudizio richiedono esperienza. L'uomo dell'Est sbaglia a valutare la distanza quando si trova per la prima volta nell'aria limpida dei paesi dell'Ovest. Oppure, se gli alberi laggiù che pensavamo fossero dei normali pini sono in realtà delle sequoie giganti, vuol dire che sono molto più distanti di quanto pensavamo.

Così, dato che tutte le chiavi con cui un pilota può stimare la distanza sono del tipo che richiede l'esperienza, anche

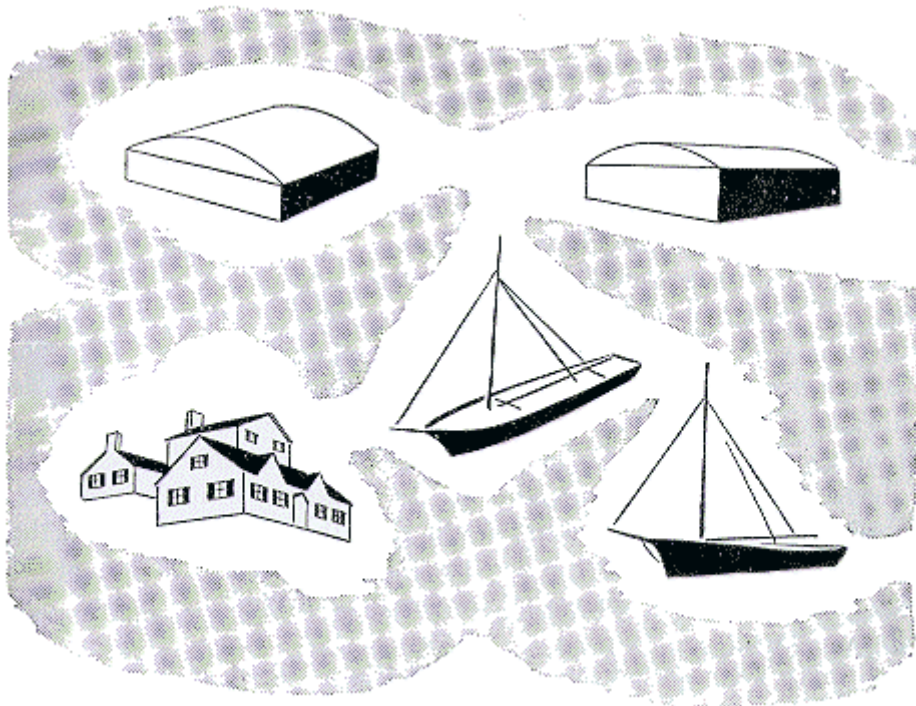
² Non conosco lo strano arnese che doveva essere in voga per la valutazione della visione stereoscopica; ma da come l'autore ne parla mi pare non ne fosse convinto un gran ché. Certamente la valutazione della capacità di visione stereoscopica è uno dei test medici più importanti che anche oggi si fanno. [N.d.T.]

una persona con occhi perfetti deve imparare l'uso di queste chiavi, che lo faccia consapevolmente o meno.

D'altra parte, anche un uomo con un occhio solo (che non può avere alcuna percezione "diretta" della distanza) può facilmente imparare a stimare i parametri di un atterraggio. Possiamo provarlo atterrando con un occhio chiuso. E la cosa è comprovata anche dalla carriera di uno dei più grandi piloti di tutti i tempi: Wiley Post. Come molte cose nell'arte che si pretende esclusiva del volo, la tecnica di stima dell'altezza durante l'atterraggio può essere scomposta in parti che si possono insegnare ed imparare. Diventa perfino semplice se sappiamo cosa dobbiamo cercare. La cosa diventa di fatto quasi un trucchetto meccanico.

COME SI STIMA UN ATTERRAGGIO

Quando ci avviciniamo al terreno dobbiamo mantenere il nostro sguardo rilassato e guardarci attorno: dobbiamo assimilare tutto lo scenario, la prospettiva degli hangar su un lato del campo e gli altri aerei sulla pista, le automobili parcheggiate, gli alberi, i pali telefonici tutto attorno, l'erba, l'orizzonte; perché è dalla prospettiva e dal movimento apparente di queste cose che noi otteniamo una reale percezione della nostra altezza, e un occhio sbarrato non vede le cose che contano. Quando siamo tesi, quasi sempre lo sguardo diventa fisso: avvicinandoci al terreno molti allievi diventano nervosi, e questa è per molti aspetti la ragione per cui l'atterraggio è così difficile per la maggior parte dei piloti che iniziano a volare.



La percezione della distanza. Durante l'atterraggio, la quota sul terreno viene percepita non per mezzo della visione stereoscopica, ma dalla pro-

spettiva con cui gli oggetti ci appaiono. Tutti gli oggetti raffigurati possono apparire così, nella particolare prospettiva illustrata, solo da una certa altezza; un'altezza diversa per ognuno degli oggetti raffigurati. Un solo sguardo ci dice, per ciascun caso, quanto siamo alti sul terreno o sull'acqua.

Il primo problema che abbiamo è quello di capire, durante la planata, quando è arrivato il momento per richiamare, ossia per arrestare la discesa e far sì che l'aereo galleggi in volo livellato. Naturalmente l'interruzione della planata, la deviazione della traiettoria di volo da una discesa ad una direzione orizzontale, richiede una certa quantità di spazio e tempo, non può verificarsi all'istante con un angolo netto. Più l'aereo è veloce, maggiore sono il tempo e lo spazio necessari. Questa è una delle differenze più significative, dal punto di vista del pilota, fra gli aerei con molto o poco carico alare. Su un normale aereo da addestramento, se vogliamo livellare e galleggiare in volo livellato a, diciamo, mezzo metro di altezza, potrà essere necessario iniziare la richiamata a, diciamo, 6 metri. Se facessimo lo stesso tipo di avvicinamento ed atterraggio su un aereo con un carico alare quadruplo, come un aereo da trasporto, dovremmo iniziare la richiamata a più di 20 metri di quota! Supponiamo di star volando con un aereo da addestramento, e che vogliamo iniziare la richiamata a 6 metri; la domanda è: come facciamo a sapere quando ci troviamo a questa altezza sul terreno?

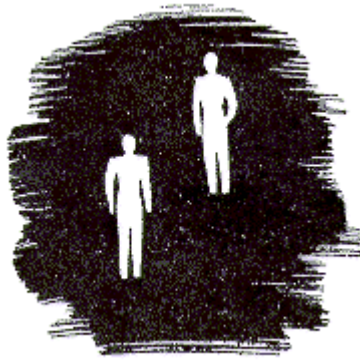
Le chiavi per mezzo delle quali noi stimiamo la quota in realtà sono già state tutte descritte in questo libro. Durante un atterraggio, le quote da stimare sono molto modeste, ma le chiavi sono sempre le stesse. C'è l'orizzonte. In che posizione esso taglia gli oggetti? Supponiamo che all'altra estremità dell'aeroporto ci sia un albero, alto circa 15 metri. Finché siamo più alti dell'albero, noi guardiamo in giù verso di esso, e l'orizzonte sarà visibile sopra la sua cima. Nel momento in cui vediamo l'immagine dell'albero che comincia "a crescere" nel cielo (con l'orizzonte che lo taglia a metà altezza) sappiamo che ci troviamo circa alla metà dell'altezza dell'albero, e così via.

C'è la prospettiva degli oggetti familiari. Per maggiore chiarezza consideriamo un caso estremo: un edificio di cinque piani che aggetta sull'aeroporto. La prospettiva delle file di finestre dovrebbe dirci con estrema precisione la nostra quota. La fila di finestre che sembra a livello, che non appare di scorcio né verso l'alto né verso il basso, quella è la fila alla cui altezza stiamo volando. Gli edifici di cinque piani non si trovano sugli aeroporti, ma lo stesso principio è valido anche sul solito hangar o persino con un'automobile o un aeroplano parcheggiato: siamo in grado di dire se guardiamo un po' in basso per puntare qualcosa, o se guardiamo in orizzontale o se guardiamo in su.

Inoltre, c'è il modo con cui le cose appaiono davanti o dietro le une rispetto alle altre. Supponiamo che, mentre planiamo, noi vediamo, fra le altre cose, due uomini, uno più vicino ed uno più distante. Se la nostra visione prospettica è tale per cui quello lontano appare "sopra" quello vicino, noi

siamo molto più alti di loro. Se la prospettiva ci fa apparire quello lontano "dietro" quello vicino, ci troviamo al loro stesso livello. Questo indizio vale anche per i paletti della recinzione, per i ciuffi d'erba, per le automobili parcheggiate, per i cinesini, e, per il volo sugli idrovolanti, per le creste delle onde.

Tutto questo potrà sembrare alquanto involuto. Il pilota esperto dirà: "Io non uso mai nulla di questa roba". Questo è stato spiegato qui per dare un ausilio all'allievo, non al pilota esperto, ma il fatto è che anche il pilota esperto usa questi indizi, e probabilmente non ne usa altri. Solo che li chiama "sensibilità". Ogni campo di volo, anche il più sperduto, il più isolato, possiede in abbondanza dei segnali del tipo che abbiamo descritto. E dove non ce ne fossero, in quei posti la percezione dell'altezza da parte del pilota diventa aleatoria.



Un indizio della quota. Supponendo che questi due uomini si trovino su un terreno pianeggiante, non sul lato di una collina, noi possiamo sapere quanto siamo alti rispetto al terreno. Quando la testa dell'uomo dietro sarà allo stesso livello della testa dell'uomo davanti, la nostra testa sarà a circa 1 metro e 65 cm. sul terreno, e su un piccolo aereo le ruote staranno proprio per toccare la pista. Alcuni indizi funzionano con gli alberi, i camini, le auto parcheggiate, gli aeroplani, e perfino con gli steli dell'erba dell'aeroporto e con le onde nella baia. È con prospettive del genere che noi valutiamo i nostri atterraggi.

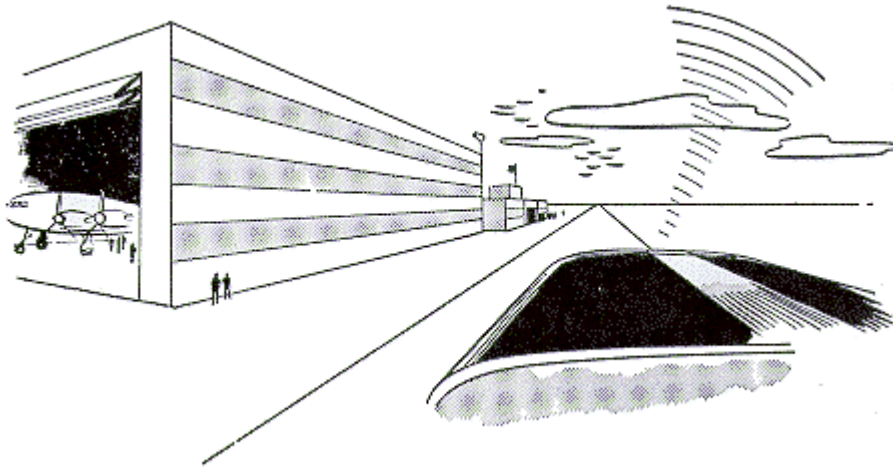
Il deserto o le praterie possono avere questo effetto finché un camion non ci fornisce l'oggetto di dimensioni familiari, o una fattoria o una recinzione non ci danno il senso della prospettiva.

Vaste distese d'acqua senza navigli rendono la stima dell'altezza molto aleatoria. Andandosene in giro con un idrovolante ad un paio di centinaia di piedi sul livello dell'acqua, un pilota spesso rimane scioccato quando passa sopra una imbarcazione, perché quasi sempre scopre, dalle dimensioni apparenti della barca, di essere molto più alto o più basso di quel che pensava. Per questa ragione gli specchi d'acqua vuoti ed ampi a volte sono difficili per compiervi un ammaraggio. Ma se c'è anche solo una barca nei paraggi, o meglio due barche, una dietro l'altra, o se c'è un molo entro mezzo chilometro circa, allora disponiamo del tipo di indizio

che il nostro occhio richiede, e possiamo fare con sicurezza la richiamata e l'ammarraggio.

L'ULTIMA FASE DELLA PLANATA

Una volta livellati a pochi centimetri di quota, abbiamo il problema di gestire la manovra della barra durante l'ultima fase della planata. Ricordiamoci che stimo parlando qui di un atterraggio con un aereo che "galleggia" molto: il nostro compito quindi è quello di non guadagnare né perdere quota. Se tiriamo indietro troppo lentamente, probabilmente ci avvicineremo



Come stiamo l'atterraggio. Contrariamente all'idea più diffusa, il pilota non usa la capacità di stima della distanza basata sulla visione stereoscopica, durante l'atterraggio. Egli giudica sulla base delle prospettive. Un elemento importante della prospettiva è l'orizzonte, e il punto in cui esso interseca gli oggetti. In questa figura il nostro occhio è a circa 4,5 metri sul terreno. Stiamo gradualmente alzando il muso per un atterraggio sui tre punti ...

a terra e toccheremo troppo prematuramente, con le ruote del carrello principale, e quindi ci metteremo con tutta probabilità a rimbalzare. Se tiriamo indietro troppo in fretta, faremo alzare l'aereo da terra, e lo stallo finale si verificherà così in alto che cadremo a terra da una certa quota, con un risultato che varia da un atterraggio duro ad una rottura. Come fa un pilota esperto a gestire la manovra della barra?

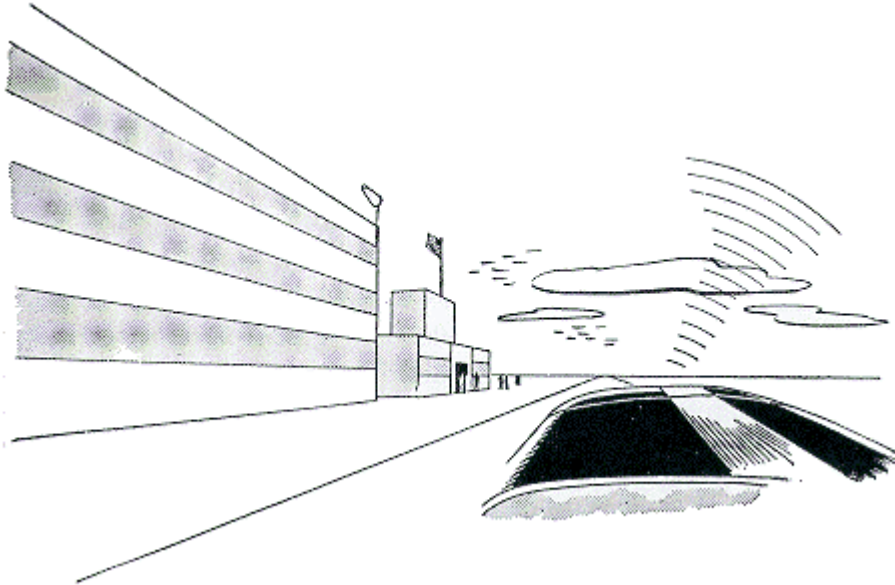
LA VARIAZIONE DELLA PROSPETTIVA

Anche in questo caso il problema è quello di riconoscere quel che si sta cercando; una volta che lo sappiamo, la cosa diventa ancora una volta un fatto pressoché meccanico. Anche in questo caso, la prima cosa da fare è rilassare gli occhi, ed acquisire l'intera prospettiva del campo davanti a noi e su entrambi i lati. E le cose da tenere d'occhio nella loro prospettiva ci daranno in questo caso non indicazioni sulla nostra quota, ma indicazioni se stiamo salendo o scendendo.

La più leggera salita ci avvertirà del fatto che abbiamo tirato indietro la barra troppo rapidamente, abbiamo compensato

troppo la perdita di velocità, e stiamo allontanandoci dal suolo. In questo caso non faremo altro che attendere, tenendo la mano ferma, lasciando che la salita si esaurisca; solo dopo che l'aereo si è riabbassato alla quota giusta riprenderemo il movimento all'indietro della mano.

La più piccola discesa ci avvertirà che abbiamo tirato indietro troppo lentamente, che non abbiamo compensato abbastanza la perdita di velocità, e che stiamo per toccare il terreno. In questo caso basterà che aumentiamo la pressione all'indietro sulla barra per controllare la discesa.



... e qui il nostro occhio è a circa 1,80 metri sul terreno, il che significa che le ruote sono a una trentina di centimetri dalla pista. Nel frattempo abbiamo alzato il muso, ma non sembra ancora nell'assetto giusto per toccare sui tre punti. Meglio tirare subito indietro la barra, o toccheremo con le sole ruote davanti!

N.B. questa figura dovrebbe essere allineata orizzontalmente con la precedente

Il nostro indicatore di salita o discesa - un indicatore molto sensibile - è la prospettiva davanti a noi. Anche in un grande aeroporto, con hangar, veicoli, alberi e così via, in lontananza, la più piccola caduta o risalita produrranno una variazione molto marcata della prospettiva dell'erba, della pista, di tutti i tipi di piccoli oggetti davanti a noi, che non potremo mancare di riconoscere se li abbiamo visti chiaramente una volta e li abbiamo fissati nella memoria. Fortunatamente, possiamo memorizzarli anche senza sprecare del tempo di volo: basterà guardarsi intorno nell'aeroporto, alzarsi in punta di piedi poche volte, poi accosciarsi ed osservare come il movimento in su e in giù del nostro occhio produca una variazione della prospettiva: come tutte le cose sembrano spostarsi in diverse posizioni l'una dietro l'altra quando il nostro punto di vista si sposta.

Questa è la cosa da osservare durante l'ultima fase della planata.

L'ATTERRAGGIO CON STALLO FINALE

L'atterraggio con stallo finale è essenzialmente la stessa procedura che abbiamo appena descritto, ma con questa differenza. Nell'atterraggio "con galleggiamento" planiamo subito fin quasi al livello del terreno, richiamiamo, e teniamo l'aereo in sospenso più a lungo possibile, rallentando l'aeroplano, solo quando siamo praticamente a terra. L'atterraggio con stallo finale richiede che noi "fondiamo" la planata di avvicinamento, la richiamata, e il rallentamento finale dell'aereo, tutte in una unica manovra, in modo che, quando arriviamo alla quota del terreno, ci arriviamo con assetto sui tre punti, già rallentati e pronti ad accovacciarci lì.

La cosa può essere fatta a sentimento, e se siamo in grado di fare un atterraggio su tre punti nel modo facile, galleggiando, non ci vorrà molto per acquisire la tecnica più precisa e più difficile dell'atterraggio con stallo finale. Basta rallentare durante la planata di avvicinamento quando si arriva a circa 50 piedi da terra, e continuare a rallentare. Questo renderà il galleggiamento finale molto più corto, e se cominciamo a rallentare la planata abbastanza alti e tiriamo indietro la barra col tempismo giusto, il galleggiamento finale non sarà che una brava esitazione nella discesa dell'aereo, e siamo già a terra.

Potrà aiutarci, anche in questo caso, avere un modello mentale chiaro di come aereo e pilota agiscono durante la manovra.

COSA FA L'AEREO

La cosa principale da capire a proposito dell'aereo, del suo comportamento aerodinamico, è l'esatto modo in cui la nostra traiettoria di planata cambia quando cominciamo ad alzare il muso. Possiamo analizzare meglio la manovra suddividendola in fasi, supponendo, per maggiore chiarezza, che i comandi vengano azionati in modo estremamente duro e brusco, ma nello stesso tempo abile. La planata normale, o alla massima efficienza, è per definizione quella in cui l'aereo farà la planata più dolce, ossia percorrerà la maggior distanza orizzontale da una quota data. Secondo la pratica generalmente accettata, la planata normale è quella che usiamo gli avvicinamenti per l'atterraggio. Così se verso la fine dell'avvicinamento, a circa 50 piedi di quota, cominciamo a tirare su il muso, noi interrompiamo la planata normale, e siamo costretti ad eseguire una discesa più ripida. Ma non subito.

Per prima cosa otterremo un temporaneo eccesso di portanza che ci farà salire: la traiettoria di volo per un momento si appiattisce, l'aereo per un po' avanza senza perdere quota, e nello stesso tempo sembra che arriveremo lunghi rispetto al punto di contatto verso il quale avevamo diretto la planata. Ma, dopo un paio di secondi, l'aereo rallenta e la traiettoria di volo cambia adeguandosi alla minore velocità: diventa molto più ripida. Se ora si prosegue questa planata più ripida e più

lenta per qualche altro secondo, lasciando invariato l'assetto, l'aeroplano sembrerà arrivare corto rispetto al punto di contatto a cui sembrava diretta la sua traiettoria originale. Supponiamo ora di dare ulteriore pressione all'indietro indietro, tirando la barra ancora di più. Di nuovo avremo per prima cosa un sovrappiù di portanza che sorreggerà l'aereo, appiattisce la planata, ci fa avanzare per un po' senza perdere quota: per un attimo sembrerà ancora che arriveremo lunghi. Ma ancora una volta, dopo qualche secondo, l'aereo rallenterà, la sua discesa sarà più ripida: scenderà ora con un assetto molto cabrato, a velocità molto lenta, prossimo allo stallo, e scenderà ancora più ripido di prima, e, se lo lasciamo così per pochi secondi, sembrerà di nuovo arrivare corto rispetto al punto di mira.

E avanti così; ripetuto per un po' di volte, questo processo farà scendere l'aereo ad un angolo di incidenza sempre maggiore, a velocità sempre minore, quindi sempre più cabrato e sempre più prossimo allo stallo. Ed esso scenderà all'incirca con la traiettoria della planata "normale" che aveva prima, perché in ogni fase della manovra, il *temporaneo* effetto di galleggiamento dovuto alla cabrata, arriva più o meno a bilanciare il *costante* aumento di pendenza della traiettoria di volo dovuto all'assetto così cabrato. Non c'è bisogno di dire che un buon pilota addolcirà la diverse fasi della manovra in una sequenza continua e dolce.

COSA FA IL PILOTA

Questo è quel che fa l'aereo durante un atterraggio con stallo finale. Parliamo ora di quel che fa il pilota. Come gestire questo tipo di atterraggio? La tendenza sarà quella di cercare di tener d'occhio nello stesso tempo la quota, la velocità e l'assetto dell'aereo, cioè la posizione del muso. La cosa sembra ragionevole ma è inutile: soprattutto la posizione del muso non è una vera indicazione. La cosa fondamentale da tener d'occhio è il punto di mira e lo scenario oltre e di fianco ad esso. Una volta arrestata la planata normale, la sequenza di operazioni che porterà a stallare l'aereo vicino a terra può essere totalmente gestita osservando il punto di mira e la prospettiva con cui esso appare ed il suo movimento apparente.

Usiamo essenzialmente gli stessi elementi di valutazione di cui abbiamo già parlato, e li usiamo in modo del tutto simile. Manovreremo la barra in modo da mantenere il punto di mira fermo rispetto al nostro moto verso di lui. Fortunatamente, anche in questo caso l'effetto prospettico farà registrare ogni variazione nell'altezza dello sguardo con sorprendente precisione. Se il punto di mira non si alza, vuol dire che abbiamo dato un'eccessiva pressione all'indietro sulla barra e che stiamo salendo; se il punto di mira si alza troppo velocemente e verso il muso dell'aereo, vuol dire che stiamo scendendo rapidamente e che è necessaria ancora della pressione all'indietro sulla barra.

Ciò che rende l'atterraggio con stallo finale più difficile di quello "con galleggiamento" è che noi dobbiamo arrivare a

fondo corsa tirando indietro la barra prima di essere giù del tutto: il che vuol dire che potremmo incorrere in uno stallo anche a 10 o 15 piedi dal terreno. Per fare bene la manovra bisogna acquisire un istinto della velocità e della portanza, in modo da percepire la riserva di sostentamento che rimane all'aereo in ogni istante. Si economizza, per così dire, nel tirare indietro la barra, in modo da "arrivare proprio al momento giusto". Quando si arriva a terra, dovrebbero essere rimasti ancora un cinque centimetri di corsa della barra (quindi un poco di riserva di portanza nell'aereo) da poter utilizzare - tirando la barra indietro piuttosto decisamente - come un cuscino per arrestare temporaneamente la discesa ed addolcire l'impatto col terreno.

Il vantaggio dell'atterraggio con stallo finale è che è più preciso: in un atterraggio con galleggiamento è più difficile indovinare esattamente in che punto della pista ci potrà il galleggiamento stesso. Lo svantaggio dell'atterraggio con stallo è che è più rischioso. Per esempio, se dovessimo andare a finire, così rallentati, in uno strato di aria calda e "morta" vicino al terreno, lo attraverseremmo cadendo giù, e solo un deciso colpo di manetta potrebbe evitarci di fare una bella frittella in terra o anche peggio. Questi strati di aria inconsistente si trovano spesso, soprattutto in campi circondati da alberi che rompono il vento. Analogamente, in un giorno di vento, questo è incostante vicino al suolo, e una raffica può portare un aereo quasi stallato allo stallo vero e proprio. Molti piloti sono dell'idea che, in caso di piantata motore su un terreno non preparato, rallenterebbero l'aereo al limite e planerebbero con assetto cabrato praticamente stallati. Questa è un'idea pericolosa. Solo un pilota estremamente abile se la caverebbe in questo modo, e neppure sempre. In un atterraggio forzato, la prima occupazione del pilota dovrebbe essere quella di mantenere il controllo dell'aereo, e non stallare. Tutto sommato, quindi sembra che la più grande dote dell'atterraggio con stallo finale sia la sua valenza formativa. Proprio perché esso richiede una profonda sensibilità riguardo a velocità e portanza, sviluppa la capacità di percezione dell'allievo.

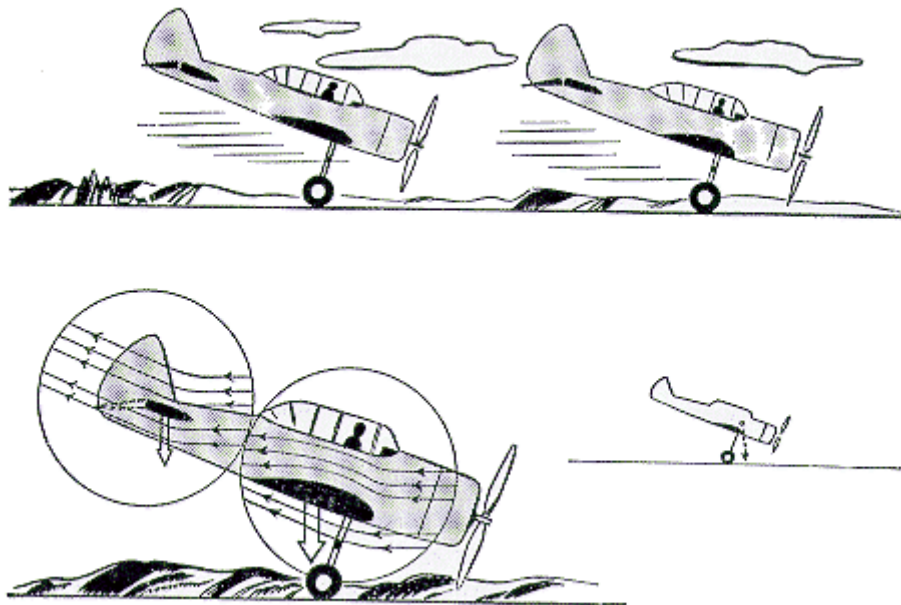
L'ATTERRAGGIO SULLE RUOTE

L'atterraggio sui tre punti non è l'unico modo per mettere un aereo per terra. E non è neppure il migliore. Sia i piloti di linea che quelli che pilotano aerei critici lo hanno abbandonato da un pezzo. Esso è essenzialmente una manovra pericolosa e non bella, perché richiede che l'aereo venga portato vicino allo stallo o addirittura stallato, cioè a dire che il pilota porti deliberatamente l'aereo in una condizione in cui non può essere controllato, e per di più vicino al terreno. Se vogliamo che un atterraggio sui tre punti si concluda presto e bene, senza un prolungato galleggiamento, a volte dobbiamo rallentare in modo poco piacevole mentre ci troviamo magari ancora fuori dal perimetro aeroportuale, al di sopra di ostacoli di tutti i tipi. Se vogliamo mantenere un salutare margine di velocità, la conclusione dell'atterraggio diventa un fluttuare

che non finisce più, che ci fa usare troppa pista, magari più di quanta non ne abbiamo a disposizione. Dato che il contatto col terreno può essere fatto ad una sola velocità (la velocità di stallo o quasi) il pilota si trova obbligato e senza margini durante l'avvicinamento, e non può buttare via un eccesso di quota come suggerirebbe il buon senso, cioè abbassando il muso. Il problema diventa ancora più complicato quando l'aereo è più fine e più traditore, perché, in un aereo "pulito" l'azione del rallentare dovrà cominciare molto prima, e il più piccolo abbassamento del muso durante l'avvicinamento fa aumentare rapidamente la velocità. Il problema diventa più serio anche con l'aumento del carico alare dell'aeroplano, perché il carico alare elevato rende molto più serio uno stallo prematuro, e molto più aleatoria la rimessa dallo stallo stesso. Per dirla come la dicono i piloti degli aerei veramente pesanti: "Se appena smette di volare, smette sul serio".

Per queste ragioni, l'atterraggio con la coda alta, "sulle ruote", eseguito a velocità relativamente alta, sta attirando sempre più l'attenzione di molti piloti. Questo è il modo in cui atterrano i velivoli di linea e quelli più complessi in uso alle forze armate, ma è altrettanto semplice e adatto anche per i piccoli aerei leggeri. Probabilmente è il modo naturale di atterrare con un aereo. Certamente è quello che farebbe un profano se gli chiedessimo di atterrare con un aereo: non fare altro che scendere e volare rasenti a terra, facendo in senso verticale la stessa cosa che fa a destra e sinistra quando porta la sua macchina rasente al marciapiede per parcheggiare.

Come si fa allora l'atterraggio sulle ruote? Se uno è molto abile lo può fare come un atterraggio sui tre punti incompleto. Se uno è in grado di gestire il movimento della barra in modo tale che al momento del contatto col terreno l'aereo abbia



Un esempio estremo di atterraggio sulle ruote. Sopra: Subito prima di toccare il terreno, il pilota spinge in avanti piuttosto decisamente la barra: notare l'equilibratore deflesso in basso. Egli porta in questo modo le ali

ad incidenza nulla o negativa, eliminando ogni portanza o addirittura creando una portanza negativa, come illustrato in basso a sinistra. Questa azione previene la tendenza a rimbalzare. *In basso a destra*: l'allievo di solito teme che l'aereo possa ribaltarsi. È vero che l'aereo si ribalta facilmente se la cosa viene alzata eccessivamente, perché il centro di gravità si sposta in tal caso davanti alle ruote, ma questo succede quando l'aereo sta rullando lento oppure è fermo. *In basso a sinistra*: quando l'aereo rulla veloce, l'aereo non si ribalta grazie all'azione del vento apparente sullo stabilizzatore.

una velocità di discesa praticamente nulla, non rimbalzerà neppure se tocca prima con le ruote invece che sui tre punti. Questo è il metodo che probabilmente un pilota sceglierà quando vuole eseguire per la prima volta un atterraggio sulle ruote. Funziona raramente; probabilmente finirà con un rimbalzo. E questa è la ragione per cui questo tipo di atterraggio viene considerato difficile quando il realtà è facile.

OCCORRE VELOCITA'

La prima cosa di cui un aereo ha bisogno in questi tipo di atterraggio è la velocità: velocità in più rispetto alla velocità di stallo. La velocità è d'aiuto in due maniere. Ci dà un controllo effettivo dell'aereo da tutti i punti di vista, e soprattutto per ciò che riguarda il controllo relativo ai movimenti longitudinali della barra. E, se l'aereo vola a velocità relativamente elevata, non volerà col muso troppo in alto. Questo significa che le ruote del carrello non sono così in avanti rispetto al centro di gravità dell'aereo; e questo significa che l'impatto con il suolo produrrà meno probabilmente un rimbalzo.

La seconda cosa di cui ha bisogno l'aereo è una spintarella o una leggera pressione in avanti sulla barra, data esattamente nel momento in cui l'effetto dell'impatto col suolo tende a far rimbalzare il muso. Da questo punto di vista i piccoli aerei sono diversi da quelli grossi. Quelli grossi hanno reazioni più lente, e c'è abbastanza tempo per dare barra in avanti quando si sente che le ruote urtano il terreno. Gli aerei più piccoli sono più ballerini, e se aspettiamo l'impatto col suolo, possiamo arrivare a dare barra in avanti una frazione o un secondo troppo tardi e in controfase rispetto al rimbalzo dell'aereo. Otterremo così un atterraggio duro e tutto a salti. Su un aereo piccolo, quindi, sta solo a noi controllare quale sarà l'istante in cui l'aereo sta per toccare terra. Da questo punto di vista, la stessa cosa sarebbe auspicabile sugli aerei grossi. Ecco come si fa.

COME TENERE L'AEREO INCOLLATO PER TERRA

Arrivando con un bel po' di velocità, interrompiamo la planata in modo che l'aereo proceda in avanti livellato, quindi a trenta centimetri sopra il livello della pista. Quindi, quando arriva il punto esatto in cui vogliamo toccare terra, basta spingere la barra in avanti e "incollare" a terra le ruote del carrello principale. Quando poi sentiamo il contatto col

terreno, continuiamo a spingere la barra in avanti, in modo da tenere l'aereo su.

Non c'è da aver paura a spingere la barra in avanti. Non ci ribalteremo. Questa è la cosa più importante da capire sugli atterraggi con le ruote, e deve essere intesa a fondo. Senza dubbio tutti abbiamo notato quanto sia facile ribaltare un aeroplano. Basta spingere troppo sui freni e siamo già pancia all'aria. Oppure, con la manetta ben aperta, spingiamo la barra in avanti con le ruote piantate nella sabbia, e prima che ce ne siamo accorti, siamo già in bilico o già rovesciati. Oppure, abbiamo alzato per la coda un aereo leggero. Quando la cosa è bassa, è pesantissima; ma quando la tiriamo all'altezza della testa, diventa leggera, e con il braccio tutto teso potremmo tenerla in una posizione da cui tenderebbe a salire, e via sempre più in su. È naturale aver paura a spingere la barra in avanti durante l'atterraggio.

La differenza sta nel fatto che in tutti i casi che abbiamo descritto l'aereo o era fermo o si stava muovendo lentamente. Durante un atterraggio sulle ruote, l'aereo si muove velocemente in avanti, e corre sulla pista ad una velocità vicina a quella di decollo! E in quella condizione, noi non riusciremmo probabilmente a ribaltarci neppure se cacciassimo tutta la barra in avanti! Però magari riusciremmo a toccare terra con la punta delle pale dell'elica, quindi è meglio non provarci. La ragione di questa straordinaria stabilità è ancora una volta il vento apparente: la sua direzione ed intensità. Se noi rullassimo ad una tale velocità con la cosa bassa, questa verrà subito su per portarsi in assetto livellato, perché il vento apparente soffia contro la faccia inferiore della piano orizzontale di coda, e lo spinge in su. La coda tenderà a sollevarsi un po' più in alto rispetto all'assetto livellato se noi teniamo la barra in avanti, quindi tenendo il piano dell'equilibratore deflesso verso il basso. Ma, quando la coda è su, il vento apparente soffia sulla faccia superiore dello stabilizzatore, quindi lo spinge *in basso*! A velocità parecchio inferiore, o addirittura da fermi, il medesimo assetto a coda alta sarebbe estremamente pericoloso.

Quindi non c'è alcuna ragione per non dare una decisa pressione in avanti sulla barra e non portare l'aereo in un assetto col muso leggermente abbassato, in cui le ali non possano sviluppare portanza o magari sviluppino una portanza verso il basso (negativa), e quindi in cui rimbalzare diventi fisicamente impossibile.

E non c'è neppure ragione per non azionare in modo deciso i freni. Subito dopo il contatto col terreno a velocità, diciamo, di 15 nodi superiore alla velocità di stallo, molti aeroplani pattineranno sulle ruote piuttosto che ribaltarsi. Naturalmente questo va preso con un granello di sale in zucca. Tutto dipende dal tipo di freni, di gomme, dalla pesantezza di muso dell'aereo quando è sulle ruote del carrello principale, e dipende moltissimo dal tipo di superficie della pista. La cosa è evidente in caso di erba umida, come è evidente che non sarebbe saggio provare sul cemento asciutto. È ovvio anche che l'effetto combinato di barra in avanti e forte frenata potrebbe

ribaltare l'aeroplano: ma ogni pilota dovrebbe tirare automaticamente indietro la barra appena sente che i freni spingono a terra il muso dell'aereo. Il punto è che, dopo un veloce contatto col terreno, immediatamente dopo il contatto col terreno, l'aereo è incredibilmente resistente al ribaltamento, e questo è il momento di eliminare la velocità con l'uso dei freni. Dopo, quando la velocità diminuisce, quando il pilota sente che è molto più sicuro frenare, l'aereo è in realtà molto più instabile. Questa è la ragione per cui, in un atterraggio sulle ruote, bisogna gradualmente alleggerire i freni quando la velocità diminuisce.

L'elevata velocità di un atterraggio sulle ruote produrrà una corsa di atterraggio molto lunga. Ma proprio l'elevata velocità ci consente di frenare in modo deciso: se questa azione viene fatta e continuata bene, accorcerà considerevolmente la corsa di atterraggio. E ci sono molti altri vantaggi. Dato che possiamo toccare praticamente a qualsiasi velocità, l'avvicinamento risulta molto semplificato. Possiamo arrivare piuttosto veloci, anche buttando giù l'aereo se è necessario per eliminare un accesso di quota. E data la velocità di planata più sostenuta, potremo avvicinarci di più agli ostacoli con meno rischio. Una volta sugli ostacoli, potremo tagliare la planata "fluttuante", quindi eliminare un grande spreco di spazio. Ancora, possiamo persino buttare l'aereo in giù per scendere. Possiamo incollarlo proprio all'inizio della pista quando tutta la manovra di rallentamento di un atterraggio sui tre punti potrebbe ancora richiedere decine di metri prima che l'aereo possa solo toccare terra. Per questa ragione la lunghezza complessiva della pista necessaria per fermarsi sarà spesso inferiore per gli atterraggi sulle ruote.

I NOSTRI CARRELLI SONO FATTI MALE

In ogni caso, tutte queste sottigliezze sulla tecnica di atterraggio sono solo una prova che i nostri carrelli sono fatti male; tutto questo bisogno di un attento tempismo, questo virtuosismo nella manovra dei comandi sono necessari solo perché il carrello è *instabile*. L'aeroplano, che quando è in aria vuole sempre fare le code giuste, vuole invece vare proprio le cose sbagliate appena tocca terra. *Vuole rimbalzare!*

Questa è una delle ragioni per cui il cosiddetto carrello a triciclo viene a volte chiamato carrello "stabile": risolve infatti questo specifico problema. Da questo punto di vista, se noi esaminiamo il modo in cui il carrello si comporta quando tocca terra, dovremmo forse chiamarlo soltanto "carrello livellato"; dato che sotto questo aspetto la sua caratteristica importante non è il rapporto in cui le ruote si trovano rispetto al baricentro, o quante ruote ci sono, e neppure quali ruotano liberamente e quali sono invece guidate: la caratteristica importante è solo che l'aeroplano, quando sta su un carrello di questo tipo, si trova nello stesso assetto che ha in volo livellato, come in volo di crociera. È questa caratteristica che rende questo tipo di carrello stabile quando l'aereo tocca terra.

Con il carrello tradizionale, il contatto col suolo butta in su il muso dell'aereo, e giù la coda. Questo lo mette in un assetto a cabrare, quindi gli conferisce maggiore incidenza, quindi maggiore portanza. L'aereo "rimbalza", cioè si alza da terra. Con il carrello "livellato", il contatto col suolo butta l'aereo col muso in basso, e gli fa alzare la coda. Questo riduce l'incidenza dell'aereo. Le ali perdono portanza, l'aereo diventa pesante, e resta attaccato a terra.

Quindi l'atterraggio su questo tipo di carrello è essenzialmente una manovra in cui non c'è niente da fare. L'aeroplano ci pensa lui. Il pilota può affidarsi all'aeroplano, invece che dovergli combattere contro.

Che questo tipo di carrello non richieda virtualmente nessuna azione, quindi nessuna particolare abilità, è solo uno dei suoi vantaggi. Un altro vantaggio è che esse semplifica enormemente tutta la complicata materia della valutazione dell'avvicinamento e del controllo della planata. L'atterraggio può essere fatto con la stessa facilità a ogni velocità compresa fra quella di crociera e quella di stallo: in ogni caso l'aereo assumerà un assetto tale da non produrre portanza.

Questo significa che se l'avvicinamento è un po' troppo alto, basterà che abbassiamo il muso; oppure, se è un po' troppo veloce, possiamo buttarlo un po' giù, indipendentemente dal punto di contatto desiderato.

La stabilità di questo tipo di carrello rende anche possibile, se lo desideriamo, atterrare senza la richiamata finale: basta che il pilota lasci scendere l'aeroplano finché questo tocca terra. Su un aereo veloce e con elevato carico alare, il contatto col suolo, per quanto stabile, può tuttavia essere molto duro. Per questa ragione su aerei di questo tipo la discesa deve essere addolcita mediante l'uso di un po' di motore. Questa è tuttavia sempre la tecnica giusta per aerei di questo tipo, indipendentemente dal tipo di carrello che adottano. E rimane il vantaggio che il pilota non deve sapere dove si trova il terreno, ma può continuare la traiettoria di volo finché il carrello non tocca. Questa caratteristica quindi rende il tipo di carrello particolarmente adatto per gli atterraggi notturni e per quelli "ciechi" eseguiti sulla base delle sole indicazioni strumentali.

E inoltre il carrello "a livello" ha un ulteriore vantaggio che diventerà molto importante in un prossimo futuro: renderà infatti possibile costruire aerei che non possono stallare né entrare in vite, quindi estremamente sicuri. L'unica ragione pratica per dotare gli aeroplani di comandi che mettono il pilota in condizione di arrivare fino allo stallo è sempre stata costituita dal fatto che l'atterraggio sui tre punti richiede uno stallo.

Su un aereo che non richiede lo stallo per atterrare, diventa possibile limitare la corsa all'indietro della barra al punto che il pilota non possa raggiungere la velocità o l'incidenza di stallo, e quindi non possa cacciarsi nei guai che sono i peggiori.

E ancora non è tutto! Una volta che si sia reso l'aereo impossibilitato a stallare (cosa che può essere fatta se lo si

dotasse di un carrello "a livello"), esso non ha neppure più bisogno del timone! Perché, come abbiamo visto, l'unica vera funzione del timone è la possibilità di controllo addizionale che questo assicura al pilota quando l'aereo si trova in stallo o in vite, e gli alettoni sono "fuori uso". Il carrello "a livello" quindi, anche in questo caso, semplifica enormemente il volo.

E allora, perché il carrello tradizionale - a muso alto - è stato sempre adottato? I fratelli Wright non lo avevano adottato all'inizio, ma atterravano a livello, su dei pattini. Perché il carrello tradizionale non è stato abbandonato da un bel pezzo? Esso è stato adottato perché consente all'aereo di toccare il terreno alla minore velocità possibile, ossia prossimo allo stallo o già in condizione di stallo. Questa tuttavia non è più una buona ragione per conservare questo tipo di carrello. Da una parte, è assolutamente possibile far atterrare un aereo con carrello a triciclo molto lentamente. Basta farlo toccare ad alta incidenza, facendo toccare prima le ruote del carrello principale mentre il ruotino di muso è ancora alzato. In secondo luogo, la lentezza in atterraggio era molto più importante 20 anni fa che oggi. Con i moderni pneumatici, sospensioni, ammortizzatori e freni, non abbiamo più problemi ad atterrare a velocità piuttosto sostenute. Perché mai un pilota dovrebbe preoccuparsi di atterrare a 70 nodi su un vasto campo aperto, mentre sua moglie non ha nessun problema a guidare l'automobile in una stradina stretta alla stessa velocità, con qualche decina di centimetri da ambo i lati? In più, il problema che la velocità di atterraggio deve essere mantenuta bassa è in larga misura un circolo vizioso. Le velocità di atterraggio elevate sono pericolose soprattutto perché i carrelli di atterraggio sono instabili, e non solo nell'attimo dell'atterraggio, ma anche durante l'intera corsa di decelerazione, come vedremo nel prossimo capitolo. Il carrello a triciclo può significare velocità di atterraggio più elevate, ma dato che esso è stabile sia in fase di contatto col suolo che durante tutta la corsa di decelerazione, questa velocità più elevata non è così pericolosa.

La ragione fondamentale per cui il carrello tradizionale è ancora largamente adottato non c'entra nulla con l'atterraggio. Il carrello "a muso in su" assicura le migliori prestazioni in fase di decollo, specialmente se la pista è sconnessa a molle. È infatti un mediocre carrello per l'atterraggio, ma è ottimo per il decollo.

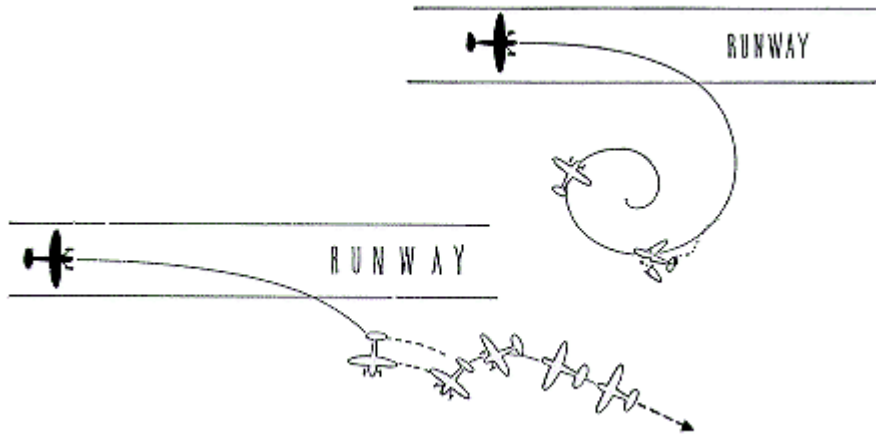
Si danneggiano più aerei durante la corda si atterraggio che durante tutte le altre manovre. Proprio quando il pilota è portato a pensare che tutte le sue preoccupazioni sono finite, l'aereo si trova nella condizione più pericolosa. Ecco cosa succede: l'aereo sbanda un po', diciamo a sinistra. Il pilota, distratto, contento e rilassato pensa: "Dai, piccino, vai dritto", e dà un poco di piede destro. Ma la sbandata continua. Anzi, si accentua. Il pilota, che ora ha capito che la cosa è seria, si affanna su pedaliera e freni, ma è troppo tardi: in meno di un secondo, la sbandata è diventata una pericolosa scivolata, simile a quella di una macchina in testa - coda. Tutto timone e tutto freno destro non bastano, anzi, il freno sembra peggiorare la situazione! E mentre l'aereo si gira si inclina pericolosamente sulla destra: l'ala sinistra si alza, l'ala destra si abbassa, striscia per terra e si rompe.

La faccia del pilota è tutta rossa: è andato in testa-coda! Ci sono a dire il vero delle situazioni in cui un testa-coda intenzionale è un atto di abilità nel pilotaggio: come quando viene usato come un mezzo estremo per fermarsi. Dopo un atterraggio di emergenza in un campo corto, è certamente meglio fare un testa-coda che andare a finire contro un albero. Durante il rullaggio in aeroporto è certamente meglio girarsi e rompere un'ala che entrare in collisione con un altro aereo, spaccando due aerei e mettendo a repentaglio delle vite. Per questi testa-coda intenzionali basta dare tutto piede, e si rimarrà stupiti della velocità con cui l'aereo risponde: di colpo uno capisce che durante tutti i rullaggi sta seduto su una cassa di esplosivo. Alcuni piloti esperti tuttavia ritengono che in queste situazioni è più prudente e meno costoso spingere tutto sui freni e lasciare che l'aereo si impenni e si rovesci. D'altro canto, ci sono aerei in cui un testa-coda può essere fatto, con un po' di fortuna, senza rovesciarsi, specialmente se il terreno è un po' scivoloso.

Di norma però il testa coda è il risultato di mancanza di idee chiare e di ignoranza. Se l'allievo pilota capisse più chiaramente cosa determina il testa-coda, sarebbe più semplice evitarlo.

COS'E' CHE CAUSA IL TESTA-CODA?

Supponiamo che, facendo un atterraggio col vento da sinistra, abbiamo trascurato di compensare in modo sufficiente la deriva. Quindi ci spostiamo leggermente di lato verso destra nel momento in cui tocchiamo terra. Subito le ruote del carrello principale dell'aereo tenteranno di arrestare il movimento laterale. Ma il resto dell'aereo - tutta la sua massa - una



Il testa-coda. Un aeroplano, rullando a terra con il carrello tradizionale, è *direzionalmente instabile*. A mano che il pilota non lo controlli con continuità ed attenzione, esso farà un testa-coda. *Sopra:* se il terreno è asciutto e la trazione è buona, inizierà una curva sempre più stretta che ben presto diventa incontrollabile. Ad un certo punto della curva, la forza centrifuga con tutta probabilità lo farà rovesciare verso l'esterno, così l'ala andrà a strisciare e si romperà. *Sotto:* se il terreno è scivoloso (erba bagnata, ghiaccio) l'aeroplano potrà finire col procedere all'indietro.

volta che ha cominciato a muoversi lateralmente tende a proseguire a muoversi lateralmente. Il baricentro dell'aereo, inoltre, è collocato dietro il carrello principale. Il ruotino di coda è libero di ruotare su sé stesso e non dirige né trattiene la coda, si limita infatti a sostenerla. Così, appena la massa dell'aereo cerca di continuare il suo movimento laterale e le ruote vi si oppongono, la coda sbanda a destra, e il muso si gira a sinistra.

A mano che questa tendenza non sia istantaneamente controllata da una forte, rapida pressione del piede opposto (il destro), il percorso dell'aereo devierà quindi a sinistra. La cosa non sarebbe di per sé così seria. Il guaio è che ora questa deviazione farà nascere una forza centrifuga. Anche questa agisce sul baricentro dell'aereo, anche essa spinge a destra, e anche in questo caso, dato che il centro di gravità dell'aereo si trova dietro il carrello principale, contribuisce ora a spingere la coda a destra, deviando quindi il muso verso sinistra, così il percorso dell'aereo devia verso sinistra ancora più accentuatamente.

Questa deviazione più accentuata ora mette insieme una forza centrifuga ancora più forte. Questa di nuovo accentua la curvatura del percorso dell'aereo; questa di nuovo fa aumentare la forza centrifuga - e così via. Se si lascia che il processo continui, salterebbe fuori una spirale sempre più stretta che finirebbe dove l'aereo finisce per ruotare su sé stesso. Oppure, se la superficie è scivolosa (ghiaccio p erba bagnata, per esempio), l'aereo può andare dritto all'indietro!

In realtà, il testa-coda difficilmente si sviluppa in questo modo. Perché la stessa forza centrifuga che rende la curva sempre più stretta tende anche a far inclinare l'aereo verso l'esterno della curva (verso destra, nel nostro esempio), esat-

tamente come la forza centrifuga fa andare un'automobile in una curva verso sinistra sulle due ruote di destra se la curva è troppo stretta o se è presa troppo forte. Così l'aeroplano si inclina di lato, e quando l'estremità alare arriva a scavare per terra, è tutto finito.

L'INNESCO

La cosa da capire chiaramente è questa: il testa-coda non è causato dalla deriva laterale, e neppure, come a volte pensano gli allievi, dalla pressione del vento al traverso sulle superfici di coda dell'aeroplano, facendolo mettere al vento; questi fattori determinano solo la prima leggera deviazione. La prima deviazione potrebbe essere causata anche da altri fattori di disturbo, come uso poco accurato dei freni, o pasticci con i pedali del timone, terreno irregolare o una zona cedevole del terreno che fa rallentare una ruota. In ogni caso, la prima deviazione è solo l'innesco, come dire il grilletto, che fa nascere l'effetto della forza centrifuga che è ben maggiore e più pericoloso.

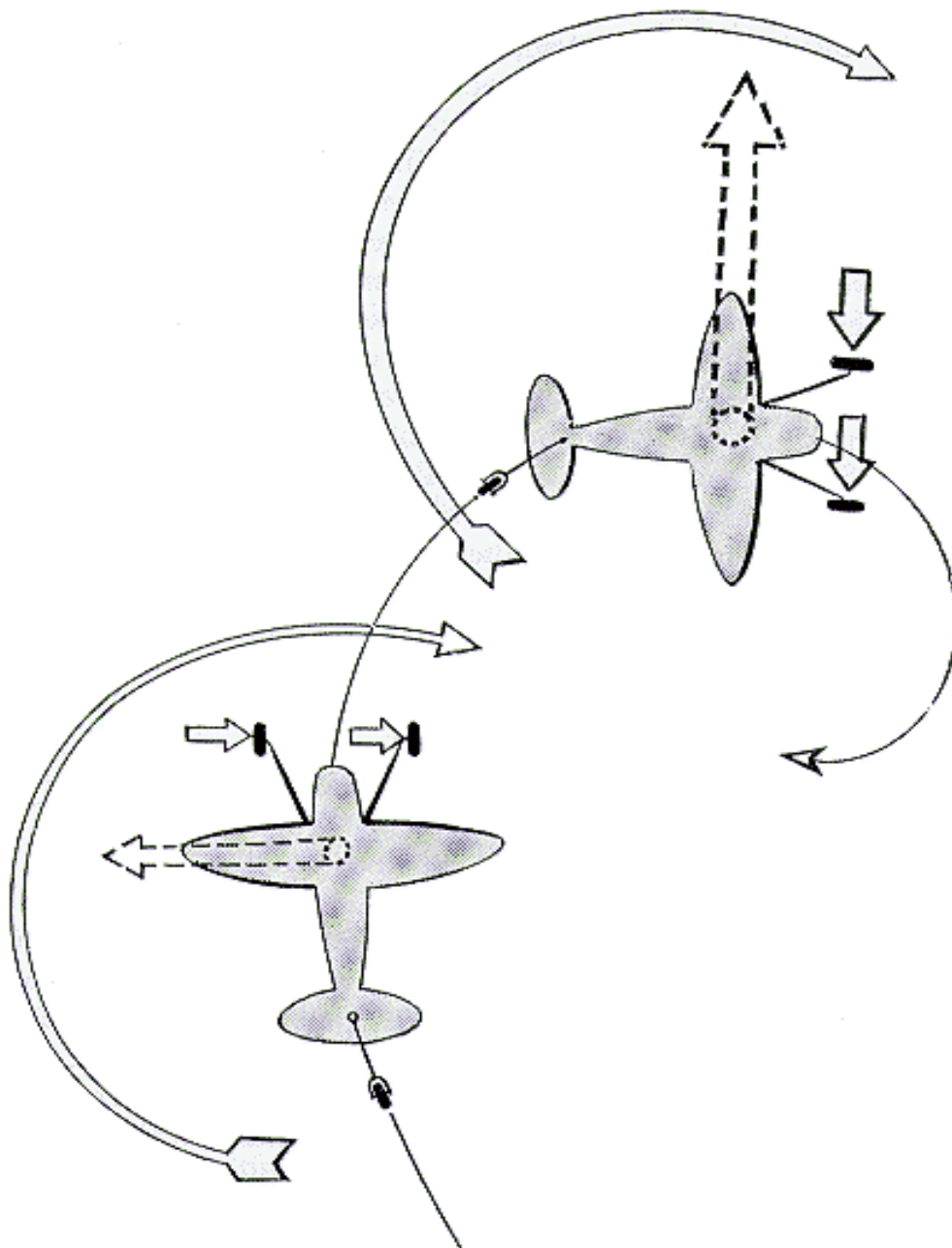
Ciò che veramente determina il testa-coda, quindi, ciò che fa aggrovigliare su sé stessa una leggera deviazione fino a farla diventare una catastrofica spirale, è la natura stessa del carrello tradizionale: dato che le sue ruote sono davanti al centro di gravità dell'aereo, ogni deviazione svilupperà sempre delle forze che renderanno questa deviazione pernicioso. Il testa coda si auto alimenta.

Se il ruotino di coda è sterzabile e collegato con i pedali del timone, oppure se il meccanismo girevole può venire bloccato, la coda non può girarsi così liberamente, e la tendenza al testa-coda è molto ridotta; ma non ci si può fidare del tutto neppure di un ruotino di questo tipo, perché non c'è peso abbastanza per tenerlo giù attaccato al terreno: su un campo irregolare può perdere contatto con la superficie della pista o può scivolare.

Il carrello tradizionale, in altre parole, è direzionalmente instabile. Non manterrà il rullaggio rettilineo più di quanto una bacchetta, messa verticale sulla punta, non rimanga diritta. Per far sì che l'aereo continui ad andare dritto, il pilota deve agire sui comandi. Deve effettuare con pedaliera e freni una sorta di esercizio di equilibrio che è del tutto simile al giochetto di tenere in piedi il manico della scopa sulla punta di un dito, con una continua serie di piccole correzioni che vengono fatte in fretta in modo da anticipare la caduta. Appena lasciamo che la cosa si inclini un po', cadrà.

Al pilota dell'aereo leggero tutto questo potrà sembrare un'esagerazione. Nei normali aerei leggeri del giorno d'oggi, questa tecnica non è per niente difficile, ed è eseguita dal pilota medio senza che se ne renda conto. Ma su un aereo che rulla veloce, il pilota deve agire sui comandi, e deve farlo in fretta. La forza centrifuga prodotta da ogni piccola deviazione aumenta con il quadrato della velocità a cui la deviazione si verifica. Incrementando la velocità da 30 a 60 nodi, la stessa leggera deviazione produrrà una forza centrifuga quattro vol-

te



Cos'è che causa il testa-coda? L'aeroplano devia leggermente, per una ragione qualsiasi. Prima situazione: La deviazione determina la forza centrifuga, che agisce sul baricentro, come illustrato con la freccia diritta. Le ruote del carrello principale sono vincolate al terreno, come fanno vedere le frecce piccole; il ruotino di coda è libero di girare su sé stesso. Questa combinazione di forze fa sì che l'aereo devii più accentuatamente, come mostrato dalle frecce curve. Seconda situazione: La deviazione più forte determina una forza centrifuga maggiore, che determina a sua volta una maggiore deviazione; e così via.

maggiore, cioè una tendenza al testa coda quattro volte più marcata!

Viene gettata un po' di luce sul problema studiando le precauzioni che i piloti delle macchine da record adottano per mantenere una traiettoria assolutamente rettilinea. A 300 mi-

glia all'ora, o giù di lì, la deviazione che sarebbe non percettibile all'occhio umano svilupperebbe tuttavia una forza centrifuga sufficiente a rovesciare su un fianco una macchina da record. Per questa ragione si dipinge una riga nera sulle superfici dei laghi salati, attentamente realizzata da specialisti topografi, per aiutare i piloti ad andare dritti. E il pilota da record usa persino una specie di mirino, e punta a traguardi lontani mentre guida! Durante gli atterraggi degli aeroplani, noi no rulliamo a velocità tanto strabilianti, però rulliamo su dei veicoli che sono pericolosamente instabili in direzione, mentre le automobili da questo punto di vista si comportano molto meglio.

Per questa ragione la traiettoria di rullaggio di un aereo veloce in atterraggio deve essere mantenuta rettilinea con una precisione quasi sovrumana. Questo è il fattore che limita la velocità di atterraggio che un pilota medio (anche un pilota militare medio) può arrivare a gestire: non è tanto la lunghezza della corsa di atterraggio che deriva da un atterraggio più veloce, ma la difficoltà - quasi l'impossibilità - di far andare l'aereo abbastanza dritto.

I NOSTRI CARRELLI DI ATTERRAGGIO SONO FATTI MALE

Qui, di nuovo, salta fuori che il nostro carrello di atterraggio tradizionale è del tutto sbagliato, come carrello di atterraggio. È invece un ottimo carrello di decollo. Ciò che fa sì che l'aereo *preferisca* andare in testa-coda è semplicemente il fatto che il suo centro di gravità si trova dietro le ruote del carrello principale. Da questo punto di vista, il carrello a triciclo è la soluzione. Abbiamo visto che, con il carrello tradizionale, l'aereo in effetti tende a procedere di coda, e che il testa-coda in effetti non è altro che il tentativo dell'aereo di mettersi con la coda in avanti. Bene, il carrello a triciclo, "messo alla rovescia" come è sembrato a molti piloti, si avvantaggia di questa tendenza dell'aereo. Con esso il centro di gravità si trova davanti al carrello principale, dove esso "vuole" stare durante la corsa di atterraggio: ecco che l'aereo diventa stabile. Con un carrello a triciclo, l'aeroplano "preferisce" rullare dritto. Se una forza estranea, come il vento laterale o un'azione pasticciata del pilota con i freni, innescasse una deviazione, l'aereo "non vorrebbe" accentuare la sbandata fino al testa-coda. La forza centrifuga generata da qualsiasi deviazione tenderà non ad accentuarla, ma a contrastare la sbandata: l'aereo "vorrà" proseguire dritto.

E anche in questo caso il fatto determina una influenza profonda sull'impiego dei comandi. Perché esso ci libera di un'altra situazione in cui su un aeroplano c'è bisogno del timone. Oltre che nel controllo dello stallo, lo scopo più importante del timone è di tenere dritto l'aeroplano durante i decolli e gli atterraggi. Con un aeroplano stabilizzato, che vuole andare dritto, possiamo liberarci di uno dei suoi comandi più inutili e problematici.

Naturalmente, deve in ogni caso essere previsto un sistema per dirigere l'aereo quando è a terra, perché oltre alla stabi-

lità vogliamo avere il controllo. Se l'aereo fosse, durante l'atterraggio, stabile e nulla più, vorrebbe dire che potrebbe correre meravigliosamente dritto proprio sull'edificio dell'amministrazione aeroportuale. Per questa, e per altre, ragioni, la maggior parte degli aeroplani mantiene il timone. Tuttavia alcuni aerei sicuri risolvono il problema più brillantemente rendendo il ruotino anteriore sterzabile e collegandolo con lo stesso comando che agisce sugli alettoni, cioè la barra o il volantino.

L'ATTERRAGGIO CON VENTO AL TRAVERSO

Quando ad un pilota abituato a volare su aerei tradizionali si chiede di volare per la prima volta su un aereo di questo tipo¹, di solito chiede: "E cosa succede negli atterraggi col vento al traverso? Senza un timone, come faccio ad atterrare col vento al traverso?". Sarà allora meglio esaminare brevemente la tecnica di atterraggio con vento al traverso, sia sugli aerei convenzionali, sia sui nuovi tipi sicuri, senza il timone e con carrello a triciclo.

Sugli aerei convenzionali, l'atterraggio con vento al traverso richiede una ben determinata ed attenta azione da parte del pilota. Dato che l'aereo si sposta lateralmente nel vento, esso toccherà il terreno, se il pilota non dovesse fare alcuna azione correttiva, mentre si sposta lateralmente oltre che in avanti. E data l'instabilità del carrello di tipo tradizionale, questo tipo di contatto con botta laterale innescherà quasi all'istante il testa-coda. Il pilota deve quindi eliminare la componente di movimento laterale subito prima del contatto col suolo. Se si intende correttamente la deriva dovuta al vento, come è stata precedentemente esposta in questo libro, si può ben capire che c'è un solo modo per avere un moto rettilineo e frontale rispetto al terreno mentre si vola con vento al traverso: l'aereo deve scivolare lateralmente rispetto all'aria. Se il vento al traverso è da sinistra, l'aeroplano si muoverà, rispetto al terreno verso destra, e l'unico modo per farlo andare dritto rispetto al terreno sarà farlo scivolare verso sinistra rispetto all'aria.

Esistono manovre che consentono di fare questo. Un metodo è quello di abbassare leggermente l'ala sinistra agendo sull'alettone, impedendo nello stesso tempo all'aereo di virare a sinistra dando piede destro. Tutto questo determina una scivolata d'ala sulla sinistra. Se eseguito nel modo giusto, questo movimento laterale *attraverso* l'aria annullerà il moto verso destra *insieme* all'aria, e il risultato sarà un moto rettilineo rispetto al suolo. Questa scivolata d'ala viene normalmente miscelata con la richiamata finale di un atterraggio sui tre punti. Immediatamente prima del contatto col suolo le ali vengono di norma livellate, per quanti sia assolutamente possibile, in un forte vento laterale, effettuare anche la toccata finale con la ruota sopravento per prima.

¹ Cioè senza il timone, e con il dispositivo di sterzo del ruotino connesso al comando degli alettoni [N.d.T.]

Un altro metodo è quello di pilotare l'aereo nel modo consueto, compensando la deriva nel consueto modo, mediante uno spostamento laterale. In questo caso, basta che il pilota si accerti che la sua traiettoria di volo reale sia esattamente parallela alla pista. Con vento laterale da sinistra, questo naturalmente significa che l'aereo punta a sinistra rispetto alla direzione di atterraggio che si desidera. Subito prima del contatto col suolo, proprio all'ultimo istante, il pilota dà di colpo piede destro, imbardando così il muso verso la direzione in cui l'aereo sta di fatto spostandosi, ossia lungo la pista. Le ali vengono mantenute livellate durante questa imbardata. Se si analizza la manovra, si troverà che anche questa comporta una momentanea scivolata d'ala sulla sinistra.

Vediamo come entrambi i metodi richiedano l'uso del timone. Da qui la domanda, relativa ai nuovi tipi di aereo senza timone: "E come si fa ad atterrare col vento al traverso?".

La risposta è che sui carrelli a triciclo, che sono stabili, l'aeroplano riesce a toccare mentre si sposta lateralmente, cioè mentre si sposta relativamente al terreno con una componente laterale. Il contatto con suolo con botta laterale che ne deriva non farà che dimostrare la stabilità del carrello di atterraggio. Consideriamo di nuovo il nostro esempio, in cui il vento al traverso è da sinistra, quindi il muso dell'aereo punta a sinistra rispetto alla direzione in cui esso si sta realmente muovendo. Il ruotino anteriore, ricordiamolo, è libero di ruotare su sé stesso, e il baricentro dell'aereo è davanti alle ruote del carrello principale. Nel momento in cui le ruote del carrello principale toccano il suolo con leggera componente laterale, l'aereo ruoterà di colpo verso destra finché il muso non punterà nella direzione del moto effettivo. E continuerà a correre più o meno dritto, senza alcuna tendenza a fare un testa-coda. Con forte vento laterale, quando il contatto col suolo ha una forte componente laterale, questa rotazione iniziale si verifica istantaneamente e con sorprendente rapidità. Sugli aerei in cui il ruotino anteriore è sterzabile, e connesso al comando degli alettoni, la subitanea rotazione del ruotino è avvertita dalla mano del pilota come un colpo ben preciso sul volantino. Ma dato che questa deviazione è un fattore stabilizzante e non destabilizzante, una deviazione *anti* testa-coda piuttosto che *pro* testa-coda, essa non richiede nulla al pilota: il pilota deve solo lasciare che le cose succedano così.

COME L'AEREO A PROVA DI PAZZO RIESCE A FARTI IMPAZZIRE

È un fatto tuttavia che piloti esperti si sono trovati nei guai durante atterraggi col vento al traverso su aerei a triciclo senza il timone. Tipicamente, il pilota esperto a volte ha problemi mentre quello del tutto inesperto atterra su aerei di questo tipo senza problemi, forse senza rendersi neppure conto di stare atterrando con vento al traverso e con un mucchio di deriva. Dato che aerei di questo tipo stanno prendendo sempre più piede, vale la pena di approfondire la questione.

Si riscontra che su un aereo con due comandi (senza timone) con ruotino frontale sterzabile ci sono due fasi in cui si può pasticciare.

Ecco cosa capita (assumiamo ancora che il vento laterale sia da sinistra): quando l'aereo sta per toccare il terreno, il pilota di colpo si preoccupa per la deriva, ed egli cerca di eliminarla nel modo a cui si è abituato sugli aerei convenzionali: abbassando leggermente l'ala sinistra. Lo fa che se ne renda conto o meno. Nel volo di tutti i giorni, probabilmente la maggior parte dei nostri atterraggi avviene con una componente di vento al traverso: quasi tutte le volte noi eliminiamo un po' di deriva laterale abbassando l'una o l'altra ala, finché questa correzione diventa del tutto automatica.

Il pilota esperto, quindi, abbassa l'ala sinistra subito prima del contatto col suolo. Dato che su questo tipo di aerei il timone è collegato agli alettoni, e una manovra a comandi incrociati come una scivolata diventa quindi impossibile, la cosa è inutile, anche se non determina nessun pericolo particolare. Quello che diventa pericoloso è l'effetto sul ruotino anteriore dell'aereo. Dato che anche il ruotino è collegato al comando degli alettoni, tenere abbassata l'ala sinistra comporta che si sterza il ruotino come per girare a sinistra, proprio nell'istante in cui il concetto di base del carrello a triciclo richiede che il ruotino anteriore sia libero di ruotare sulla destra!

Seguono due risultati negativi. Primo, il ruotino anteriore tocca il terreno con una brutta botta di lato, che in casi estremi può portare al danneggiamento del carrello anteriore, oppure, se la cosa si verifica spesso, alla sua completa rottura. Secondo, dato che il ruotino anteriore è sterzato a sinistra e vi è trattenuto dall'azione del pilota, impedisce all'aereo di eseguire quella fondamentale rotazione verso destra che lo allineerebbe con il suo moto reale, lo libererebbe da ogni componente laterale di sforzo e stabilizzerebbe la corsa di decelerazione. In breve, proprio l'idea base del carrello a triciclo viene così annullata.

UN COLLEGAMENTO SBAGLIATO

La cosa non è bella, però alcuni piloti, se non bastasse, ci aggiungono anche un bell'errore. Nell'istante in cui l'aereo tocca terra con deriva laterale sulla destra, è inevitabile che derivi una tendenza dell'aereo a sbandare leggermente sulla destra: l'ala sinistra tenderà quindi ad alzarsi, mentre la destra tenderà ad abbassarsi. La cosa in sé non è seria. Non è che una conseguenza della tendenza complessiva dell'aereo a muoversi verso destra, il risultato proprio di quella forza che lo farà subito deviare verso destra, e non appena questa deviazione si verifica, questa tendenza negativa si annullerà automaticamente! Essa è molto più pronunciata se, al momento del contatto col suolo, il pilota sta tenendo un po' di alettone sinistro (nel modo e per le ragioni che abbiamo appena visto) tenendo quindi il ruotino anteriore sterzato a sinistra ed impedendo all'aereo di andare dritto. In questo caso, con

l'aereo che non è libero di deviare, la tendenza negativa non può annullarsi istantaneamente, e l'ala sinistra verrà molto più in su.

Dove il pilota esperto ora combina l'errore grave è nel reagire a questa inclinazione dell'aereo: sensibile com'è ad ogni movimento laterale negativo dell'aereo, reagisce dando alettone sinistro. Pensa qualcosa come: "devo tenere le ali livellate" o "non devo lasciare che il vento vada sotto l'ala sinistra e mi ribalti". Ma si dimentica ancora una volta che il volantino governa non solo gli alettoni, ma anche lo sterzo del ruotino anteriore. Cercando di abbassare l'ala sinistra, carica anche il ruotino frontale, in maniera da sterzare l'aereo in una curva a sinistra. Questa curva a sinistra sviluppa una forza centrifuga che aumenta la tendenza a ribaltarsi: l'ala destra si abbassa ancora di più, mentre la sinistra si alza in modo preoccupante. A questa situazione il pilota reagisce freneticamente dando ancora di più alettone sinistro. Quindi carica a sinistra ancora di più il ruotino, e sterza l'aereo a sinistra ancora più bruscamente! La forza centrifuga aumenta ancora, l'aereo si inclina sempre più, il pilota gira il volantino finché ce n'è, e alla fine ne viene fuori qualcosa che sembra in tutto e per tutto un testa-coda.

In realtà, non è un testa-coda. Di fatto, non è causato dall'instabilità del carrello di atterraggio, ma solo da un collegamento sbagliato nella testa del pilota, e dalla conseguente azione sbagliata e brusca sul volantino. Se in ogni fase di questo falco testa-coda avesse solo lasciato che l'aereo assumesse la sua direzione, esso si sarebbe subito girato dalla parte giusta e avrebbe continuato diritto; e facendo così avrebbe anche livellato le ali.

I pericoli dell'aria non sono quelli che la maggioranza dei piloti pensa. Spesso siamo bruschi nel momento sbagliato, e spesso siamo come timorosi al momento sbagliato! Dire ad un pilota di essere prudente è come dirgli niente: nessuno vuole andarsi a schiantare. Il problema è: quali sono esattamente i pericoli, e come si devono affrontare? Dire ad un pilota che deve mantenere la velocità di volo non è che aiuti molto di più. Il problema è: qual è la velocità di volo in ogni determinata situazione? E come la si mantiene?

Leighton Collins, che risponde a queste domande nel capitolo che segue, è un pilota in attività con diverse migliaia di ore di esperienza, ed è l'editore della rivista *Air Facts*. Prima che *Air Facts* diventasse una rivista per piloti, era un servizio informativo mensile per piloti, dedicato esclusivamente all'analisi degli incidenti. L'analisi che segue è la sintesi di sei anni di esami di incidenti su *Air Facts*.

Quanto il volo sia un'arte, e quanto sia difficile usare correttamente barra a pedali, lo si può capire, nella giusta prospettiva, dai casi in cui questa arte viene a mancare, e il pilota non riesce più a volare e si schianta.

Il modo di analizzare i fatti è importante, perché è possibile dimostrare tutto e il contrario di tutto con le statistiche sulla sicurezza del volo. Per quel che riguarda piloti e passeggeri, il volo è una forma particolare di trasporto. Per ciò che riguarda gli allievi piloti, sia civili che militari, imparare a volare è un rischio calcolato. Al di là di queste due categorie, ci sono però molti aspetti su cui si può "truccare", e ad una persona che vuole informarsi, piuttosto che dire qual è la frequenza complessiva degli incidenti, si presentano i dati sul miglioramento percentuale nella frequenza degli incidenti negli ultimi anni. Oppure si accentuerà il fatto che solo uno fra parecchie centinaia di incidenti risulta mortale, dato che un incidente può essere qualsiasi cosa da un graffietto su un ala in su. La verità è che la frequenza complessiva degli incidenti, considerando gli incidenti mortali, è lungi dall'essere soddisfacente, e molti dei "miglioramenti" indicati dai numeri negli ultimi anni derivano soprattutto dall'inclusione di un gran numero di dati particolarmente favorevoli provenienti dalla categoria addestramento.

Alcuni, una minoranza di pionieri, ritengono che aerei più sicuri siano la risposta al problema generale dell'aviazione civile. Che aerei di questo tipo si possano realizzare non è più un argomento di discussione. Sono già stati realizzati, ed in numero sufficiente da pesare abbastanza in termini statistici per comprovare che la loro buona prestazione non viene solo dalla mancanza di un'esperienza diffusa. Il vero ostacolo sulla via dell'aeroplano sicuro non è l'aerodinamica, ma una stranezza della natura umana. Una parte del fascino del volo è il suo potenziale pericolo. Una gran parte dell'orgoglio di un pilota per la sua abilità sta nel fatto che egli è in grado di volare sicuro in virtù della sua stessa abilità. Il pilota non vuole che sia l'aereo a renderlo sicuro; vuole essere sicuro egli stesso. Al limite ha ragione. Una parte notevole degli incidenti di volo non sono ricollegabili a lacune nella tecnica di pilotaggio, ma a semplici errori di valutazione. Dal punto di vista tecnico, tuttavia, è fuori strada, e non finirà bene. E nessuno lo sa meglio del profano, e degli amici e dei parenti del pilota, a terra.

Come si deve interpretare questo fatto? Cosa hanno comprovato i difensori dei sistemi di addestramento oltre al fatto che sia possibile, nel loro particolare sistema di inquadramento, insegnare alla gente a volare con sicurezza mentre sono allievi, cioè su aerei convenzionali? A dire il vero questo sembra tutto quello che sono riusciti a provare. Ammettiamo pure che l'addestramento sia soddisfacente mentre è in corso, ma

tutto quello siamo stati capaci di escogitare nei sistemi di addestramento butta fuori dei gruppi di piloti che vanno a cacciarsi in un incidente mortale spesso in molto meno di 10,000 ore di volo: dieci volte peggio della media durante l'addestramento, dieci volte più rischioso che guidare un'automobile. La domanda del perché la gente non voli più sicura quando è sola, libera dai prescritti esercizi di volo, libera dall'occhio attento dell'istruttore, deve ancora ricevere una risposta.

Dove quindi la tecnica di pilotaggio, all'attuale stadio di sviluppo, fallisce l'obiettivo? Consideriamo la cosa dal punto di vista di quel che il pilota pensa che accada, e dal punto di vista di quel che accade in realtà.

Ecco cosa pensa il pilota medio a proposito dei suoi rischi di volo: si preoccupa soprattutto della piantata del motore, sente che se il motore ce la farà, ce la farà anche lui. In realtà ogni anno i veri e propri atterraggi d'emergenza pesano per circa il 6% degli incidenti mortali. Naturalmente non sarebbe saggio cercare di minimizzare la serietà di un atterraggio forzato quando questo si verifica, ma è importante evidenziare che spesso passa un anno intero senza incidenti dovuti ad atterraggi forzati, che invece i piloti medi considerano come probabili; incidenti che vengono fuori da atterraggi su terreni sconnessi, con conseguenti ribaltamenti, testa-coda e cose del genere, oppure da collisioni con ostacoli durante l'avvicinamento. Quello che i piloti non capiscono è che di norma, nell'annata degli incidenti a seguito di una piantata motore, tutti gli aerei sono stati trovati col muso piantato per terra, la coda per aria, dopo una vite. Questo può significare solo che il rischio maggiore a seguito di una piantata motore è la perdita di controllo dell'aereo che si sviluppa a seguito dell'uso errato dei comandi da parte del pilota, nel tentativo di manovrare i comandi stessi troppo o troppo bruscamente. Un aereo può andare in vite solo se il pilota lo aiuta. I piloti che si preoccupano della piantata motore dovrebbero subito preoccuparsi dell'aumentato rischio che in questo caso corrono di mandare l'aereo in vite. E dovrebbero capire che queste vite derivano quasi sempre da virate, in cui si è entrati troppo stretti e rapidamente, nel tentativo o di tornare al campo di partenza, o di prendere posizione per un atterraggio di emergenza su di un campo individuato lì per lì. Di fatto, quindi, il vero rischio che segue una piantata di motore non è tanto l'atterraggio forzato, ma la vite. Dove non si verifica la vite, gli aeroplani atterrano tutto l'anno su campi incredibilmente piccoli, e rimangono incredibilmente danneggiati in impennate, testa-coda, urti con ostacoli, ma spesso senza danni mortali per i passeggeri.

Pensateci, vi ricordate di un aereo di linea "atterrato" nell'Ovest della Pennsylvania in un bosco di alberi con i tronchi grossi fino a 20 centimetri di diametro? Chi si ricorda di un aereo simile atterrato in un frutteto di mele fra Dallas e Fort Worth? Chi si ricorda del caso del pilota che si è infilato in un canale senza uscita in California, e che saliva più

di quanto potesse fare il suo Culver¹, e che alla fine atterrò, con tutto motore e a 7,000 piedi, in una zona rocciosa, piena di massi? Di sicuro non avete mai visto le fotografie di aerei leggeri adagiati sulle cime degli alberi, su cui erano arrivati planando, o in ripida salita a tutto motore. L'assenza di morti in atterraggi forzati sul mare grosso con bombardieri e aerei da trasporto non è impressionante? Non avete mai visto degli aerei che dopo un atterraggio forzato sono trainati all'aeroporto ridotti ad una palla, con il pilota tutto mortificato seduto sopra? La morale è questa: gli aerei fanno tutto quel che si deve fare per i loro passeggeri, a patto che vengano condotti a terra in condizioni di controllo. Di sicuro, se il pilota avesse avuto meno timore del contatto col suolo, si sarebbero comportati meglio durante l'avvicinamento. Citare atterraggi forzati che si sono conclusi felicemente tuttavia non è così facile come citare quelli in cui ci sono stati dei morti. Ma anche in questo noi probabilmente trascureremo il punto principale: negli atterraggi forzati con conseguenze mortali gli aerei sono entrati in vite dopo la piantata del motore. Quindi non sono atterrati affatto!

Dopo la pianta del motore (6%), il pilota medio considera il tempo atmosferico come il più serio dei pericoli per il volo. Anche in questo caso, tuttavia, il pilota si sbaglia. Il tempo è molto meno importante di quel che lui pensa come fonte di incidenti, perché in realtà pesa solo nella misura dell'8% di tutti gli incidenti mortali. E, in più, è sbagliata l'idea del pilota sul come il tempo potrebbe farlo cadere.

La preoccupazione principale di un pilota che vola a vista quando incontra cattivo tempo è quella di trovarsi improvvisamente in una condizione di ceiling basso e di visibilità nulla. Chiaramente, a volte capita anche questo, ma molto più frequentemente un incidente di questi tipo è la storia di un pilota che ha continuato ad andare avanti sotto coperture sempre più basse e con sempre meno visibilità. E di solito si trova su un terreno che non conosce. Si trova nei pasticci, ma almeno è consapevole che questo particolare rischio deriva da un suo errore di valutazione: non è tornato indietro prima, o non è sceso prima, o non se ne è rimasto a casa del tutto. Dopo qualche strigliata col tempo cattivo, praticamente tutti i piloti arrivano ad avere rispetto del tempo, e per quello che riguarda il tempo acquisiranno la coerenza a seguire il loro giudizio, eccezione fatta per gli inconvenienti che derivano da partenze o arrivi ritardati.

Qui c'è, tuttavia, un rischio tecnico connesso al tempo atmosferico che è necessario capire con chiarezza: circa la metà degli incidenti dovuti al tempo coinvolgono dei piloti non abilitati al volo strumentale che cercano di volare con gli strumenti. Qualcuno una volta ha detto che se uno guarda un aereo abbastanza a lungo, ci sta seduto dentro abbastanza a lungo, giocherella con i comandi abbastanza a lungo, alla fine deciderà che ci può anche volare. La cosa si può applicare anche

¹ Culver significa *piccione selvatico*. Evidentemente si tratta di un modello di aeroplano di cui però non mi è stato possibile reperire alcuna informazione.

al caso di quello che vola dietro un bel mucchio di strumenti: dopo un po' deciderà che in caso di emergenza ci potrà volare con successo. Ma la cosa non funziona così, e troveremo questa gente che va a finire in vite, o in una spirale con motore fino a terra, o incappa in un danno strutturale, normalmente entro tre o quattro minuti dopo che si sono affidati agli strumenti, se c'è molta turbolenza.

Il problema che un pilota non strumentale ha quando tenta di volare con gli strumenti è che non capisce il ritardo di risposta degli strumenti stessi, e cerca di sovrapporre al volo strumentale le sue abitudini di pilota a vista di ragionare soprattutto in termini di assetto dell'aeroplano. Le sue reazioni naturali a riguardo sono tutte sbagliate.

Consideriamo ad esempio la sola velocità indicata. Un pilota non strumentale che vola basandosi sugli strumenti ad una velocità di crociera di 100 nodi probabilmente incorrerà in questa situazione: un forte istinto a star lontano da terra gli farà richiamare la barra. In pochi secondi la velocità indicata cala a 60 nodi, e la barra diventa poco piacevolmente leggera. Dato il ritardo di risposta degli strumenti la sua velocità al momento sarà più vicina a 50 che a 60, e l'assetto fortemente cabrato. Al fine di scongiurare l'imminente stallo che sente arrivare, il pilota spinge la barra in avanti e la tiene spinta, mentre sta a guardare la velocità indicata che ricomincia a risalire in modo rassicurante. Quando raggiunge nuovamente i 100 nodi, alleggerisce la pressione in avanti e pensa di essere tornato a volare livellato a 100 nodi. In realtà la sua lettura di 100 nodi è indietro col tempo: di fatto starà andando a 120 e avrà "livellato" in un assetto picchiato. Ben presto egli si accorge che, benché abbia "livellato", la velocità indicata non si mantiene costante, ma è aumentata fino a 130 o 140 nodi. Di colpo capisce che ora è veramente diretto verso terra, così tira indietro e continua a farlo finché la velocità indicata non è tornata di nuovo a 100 nodi. Questo determina un'impennata, e quando il pilota "livella" con la velocità che segna 100, ma sempre in ritardo, probabilmente si troverà alla sommità di un looping, o per lo meno in un assetto tale da causare uno stallo violento. A questo punto il pilota va veramente fuori di sé, e naturalmente ignora come si riprende uno stallo o una vite basandosi sugli strumenti. Nello stesso tempo c'erano altri due strumenti primari che avrebbe dovuto tenere sotto controllo, l'uso dei quali è importante come quello dell'anemometro e verso i quali certamente avrebbe reagito con altrettanta incapacità. Mantenere il controllo di un aereo sulla base degli strumenti da parte di un pilota non strumentale ha le stesse probabilità di riuscita che avrebbe un profano di salire e scendere su un aereo convenzionale senza alcuna preparazione precedente.

Dopo gli atterraggi forzati e il tempo cattivo, il pilota medio considera il cedimento strutturale come il terzo dei suoi maggiori rischi. In realtà questi incidenti rappresentano un insieme che pesa soltanto per l'8%. Essi sono quasi sempre associati col volo acrobatico, e quindi non dovrebbero assillare il pilota che impiega l'aereo per scopi più pratici. Tuttavia, di solito, questi casi di impiego acrobatico dell'aereo inte-

ressano piloti che non hanno ricevuto alcun addestramento per voli di questo tipo, e che cedono ad un impulso improvviso di esibirsi un po'. Questi piloti sovraccaricano l'aereo con accelerazioni per cui questo non è stato costruito. Se è vero che esperti piloti acrobatici hanno fatto per anni dimostrazioni strabilianti con aeroplani di tipo convenzionale, bisogna tenere a mente che essi sono degli esperti e che una considerevole porzione della loro tecnica consiste nel sapere come non sovraccaricare l'aereo con accelerazioni eccessive. Gli aerei civili sono pensati per consentire il massimo carico pagante e capacità di carburante, insieme ad una robustezza strutturale sufficiente per sopportare gli sforzi causati dalla turbolenza e i sobbalzi dovuti ad atterraggi duri. Quando si irrigidisce la struttura di un aereo fino a renderla compatibile con le brusche manovre in acrobazia, avremo un aereo che porta due persone, nessun bagaglio, poca benzina, e in più che richiede un motore con potenza maggiorata solo per sopportare l'incremento di peso della struttura. In un aereo che non viene tormentato dal volo acrobatico, tutto questo non c'è.

Ed ecco così il nostro pilota medio, che pensa che pianta motore, tempo atmosferico e cedimento strutturale siano più o meno tutti i rischi che corre quando vola; invece è tutto sbagliato.

Questi elementi sono, naturalmente, dei pericoli seri in volo, ma sono, quantitativamente parlando, rischi minori. E anche nell'accezione in cui essi sono effettivamente dei pericoli, tutti i piloti pensano che lo siano per la ragione sbagliata. Con idee così confuse sul dove siano veramente i pericoli per lui, non c'è dubbio che il pilota finirà per cacciarsi nei guai.

La storia del perché e del per come la gente si rompe il collo in aereo è pressoché incredibile, soprattutto per il profano. Possiamo prendere gli ultimi 1,000 incidenti mortali nell'aviazione civile, e suddividerli rispetto ad ogni sorta di parametro: esperienza del pilota, marca dell'aereo, tipo di incidente e così via, e troveremo sempre lo stesso fattore: il pilota ha perso il controllo dell'aeroplano. Tutte le finezze del pilotaggio non significano nulla per chi non è dell'ambiente, ma costui, guardando questi dati, vede subito chiaramente una cosa che il pilota non vede: in molti di questi casi c'è una evidente componente di esibizionismo. Questo elemento è così forte che il profano è portato a pensare che i piloti siano una curiosa genia, con una marcata lacuna nel buon senso, dato che gli incidenti mortali che li interessano capitano di rado mentre l'aereo è pilotato secondo i parametri dell'uso normale.

Dal punto di vista del pilota, naturalmente, le cose non stanno così. Egli ragiona solo in termini di tecnica di pilotaggio. Dopo tutto, non è così difficile ottenere uno stallo o una vite netta e decisa? Non sembra inconcepibile che a qualcuno possano mai sfuggire gli evidenti segnali di pericolo che ogni aeroplano lancia quando vola troppo lentamente? Egli non vede affatto l'esibizionismo come il rischio maggiore nel volo, e non gli è facile credere come stanno veramente le cose ri-

guardo al volo, neppure dopo che glielo si dice. E perché dovrebbe essere per lui facile credervi? Egli è già un pilota, ben preparato e con una licenza che attesta la sua abilità. Ma tutto questo poggia solo su convenzioni. Né i suoi manuali né il suo corso di addestramento hanno ricordato o evidenziato i fatti normali della vita come pericoli per il volo, cioè per come essi sono veramente, cioè come le cose che egli deve comprendere e da cui si deve guardare se vuole volare sicuro in condizioni in cui molti altri della sua stessa pasta non lo sono stati.

Il volo scatena qualcosa di pressoché incontrollabile nel pilota medio. Ha imparato durante l'addestramento a volare nei prescritti circuiti di traffico, a fare avvicinamenti ed atterraggi di precisione, la coordinazione di barra e pedaliera in ogni più piccolo dettaglio, ha imparato la precisione e ad essere sempre padrone della macchina: tutto buono, tutto giusto; ma una volta che si trova da solo, sorge dentro il pilota un impulso prepotente a rompere i vincoli che si è portato dietro nell'aria libera. Vuole buttare via lo spartito e suonare in totale libertà, come non è mai stato fatto prima. Egli vuole dare libero sfogo a tutti i sentimenti repressi della sua più intima natura. È la sua reazione a questo nuovo mezzo che esprime velocità ed infinita libertà di movimento.

Questa è la ragione per cui lo trovi - ma guarda un po'! - che vola su e giù sopra la sua casa, e finisce in vite; lo trovi che cerca di salire più ripido che può subito dopo il decollo, e finisce in vite; lo trovi che richiama in graziose virate sfogate, e finisce in vite; lo trovi ansioso da dare al suo passeggero una piccola emozione, un piccolo assaggio del sogno della totale libertà di movimento; ecco perché lo trovi che gira a bassa quota sui suoi amici e saluta con la mano, e finisce in vite. Non capisce che queste situazioni lo conducono in condizioni di volo al di fuori degli schemi che le manovre del corso di addestramento gli hanno insegnato. Non sa quanta gente finisce col naso per aria fra le cime degli alberi richiamando dopo le picchiate, quanti vanno a finire nei fili elettrici, contro le ciminiere, gli alberi, le antenne delle radiotrasmissioni, i tiranti, e un numero senza fine di altri oggetti che non hanno visto in tempo mentre volavano bassi. Non sa quante probabilità ha di ammazzare quel fantino alle prime armi, che sta cercando di far divertire. E, sopra tutto, non ha la più vaga idea del fatto che in circa il 70% degli incidenti mortali l'aereo è entrato in vite dopo una virata, e ha impattato il terreno mentre il motore girava normalmente.

Il pilota ha un vago sentore di tutto questo, ma si tratta di un'intuizione così vaga che gli è praticamente inutile. Egli sa che, nella maggior parte degli incidenti mortali, si è in genere concluso che il pilota ha stallato l'aeroplano a bassa quota. Nella sua testa stallò significa perdita di controllo per velocità troppo bassa. Pensa agli stalli soprattutto nei termini di come li ha eseguiti durante il corso di addestramento: via la manetta, volo librato e lento, e alla fine tutta la barra all'indietro con l'aereo livellato in senso laterale, oppure con potenza, in una salita estremamente ripida con un muc-

chio di pressione all'indietro sulla barra, e tanti, ma tanti, avvisi di pericolo da parte dell'aeroplano. Questo concetto di "stallo a bassa quota" come causa dei guai della maggior parte dei piloti, notare bene, è associato più o meno con il volo rettilineo, e serve a ben poco oltre a far sì che il pilota sia ben consapevole della velocità quando plana per atterrare. Tutt'al più raggiunge questo risultato: data questa aumentata attenzione, sono pochi i piloti che vanno in stallo in volo librato rettilineo.

E qui si trova il punto centrale nella sicurezza del volo per ciò che riguarda il pilota tipico: subito prima della perdita di controllo l'aereo stava facendo una virata, solitamente con potenza inserita.

Questi episodi legati alla virata (70% del totale degli incidenti mortali) si riscontrano in quasi tutte le classi di incidenti mortali. È da notare bene, nella fattispecie, che quasi tutti gli incidenti mortali a seguito della piantata motore ne sono interessati. Praticamente non ci sono casi mortali a seguito di piantate del motore che non derivino dal fatto che l'aereo è andato in vite: di solito è capitato che il pilota stava cercando di fare una brusca virata verso un qualche posto che aveva scelto per atterrare.

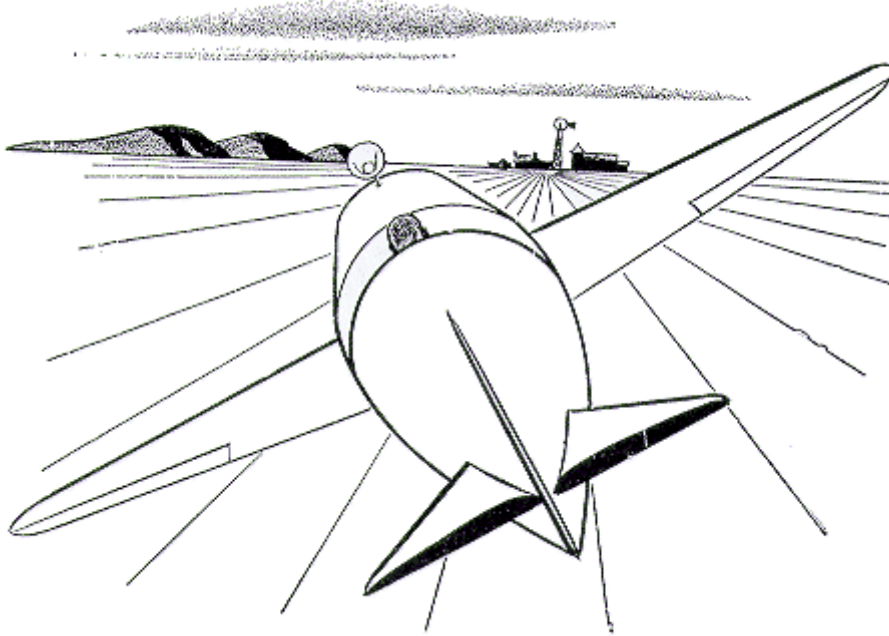
Così il nostro pilota si caccia nel cattivo tempo, fa una virata brusca durante il volo di crociera e finisce in vite; a dozzine vengono giù alla conclusione di quelle virate sulle case degli amici o sui campi da golf; cade in conseguenza di quelle virate in assetto cabrato dopo una ripida salita; persino nei voli acrobatici a bassa quota, con impennate, virate sfogate, c'è quel comune denominatore che ci dice che era tutto normale finché non è iniziata quella virata fatale. E però proviamo a chiedere ad un pilota perché tanta gente si ammazza con l'aeroplano, e vi risponderà qualsiasi cosa, ma non che molti piloti hanno perso il controllo dell'aereo mentre erano in virata a bassa quota.

Per comprendere quali sono i rischi mortali del volo - almeno il 70% del totale - dobbiamo capire in modo nuovo, farci un modello mentale completamente diverso, di quello che facciamo noi e di quello che fa un aeroplano quando viriamo. Se potessimo trascorrere un anno in cui nessuno perdesse il controllo dell'aereo in virata, avremmo una frequenza di 100,000 ore di volo per incidente mortale nell'aviazione civile. Ci sarebbero solo uno o due incidenti al mese in tutti gli Stati Uniti, invece di ... guardatevi le statistiche.

È difficile presentare un'analisi logica e puntuale dell'enigma della virata. Quando il pilota si confronta con una situazione del genere, solitamente se la cava in modo evasivo: "bisogna imparare a volare". Non pensate, però, che i piloti veramente bravi e bene addestrati non cadano dopo una virata. Capita anche a loro. E quando gli capita e riescono a cavarsela, la prima domanda che fanno è: "cos'è successo?".

Senza dubbio non abbiamo trascorso in aria che il tempo di pochi giorni. Abbiamo vissuto tanto a lungo per terra che siamo fondamentalmente animali terrestri. È quindi inevitabile che ancora per un bel po' di tempo noi ci porteremo dietro, quando

siamo in aria, i riflessi fondamentali che abbiamo acquisito sulla terra. Per fare un esempio: è stato onestamente riconosciuto che almeno i tre quarti dei piloti che hanno perduto il controllo dell'aereo e sono andati in vite, credevano, consciamente o meno, che sull'aeroplano il timone serve per virare. Questa idea è aiutata e favorita dal fatto che a tutt'oggi non



La posizione del muso durante la virata livellata. Dato che ci piace pensare che voliamo soprattutto grazie all'istinto, è del tutto naturale per noi riferirci prima di ogni altra cosa a ciò che siamo in grado di valutare meglio: l'assetto. Per questa ragione ci costruiamo ben presto il modello mentale di come deve essere l'assetto corretto ovvero la posizione del muso durante la virata livellata. Non c'è nulla di sbagliato in questo, ma con lo stringersi della virata la posizione del muso diventa un fatto più delicato, specialmente se tendiamo a correggerlo con l'uso del timone.

si dà nessuna spiegazione veramente chiara sull'uso del timone o sul modo in cui un aeroplano compie una virata. Ai piloti vengono fatti dei gran discorsi sulla coordinazione, su quanto si debba dare piede quando si inizia ad inclinare lateralmente l'aereo per virare con gradualità in uno degli otto soliti esercizi, o quando si fanno delle "S" a cavallo di una strada, o quando si fa l'otto fra i piloni. Ma mettiamo il pilota in una situazione di emergenza, o quando nel volo normale di tutti i giorni egli vuole virare di colpo, per girare attorno a qualcosa che gli interessa sul terreno, mettiamolo in una situazione in cui voglia virare più stretto che può, e il virosbandometro indicherà, nove volte su dieci, che in virata il pilota va in derapata.

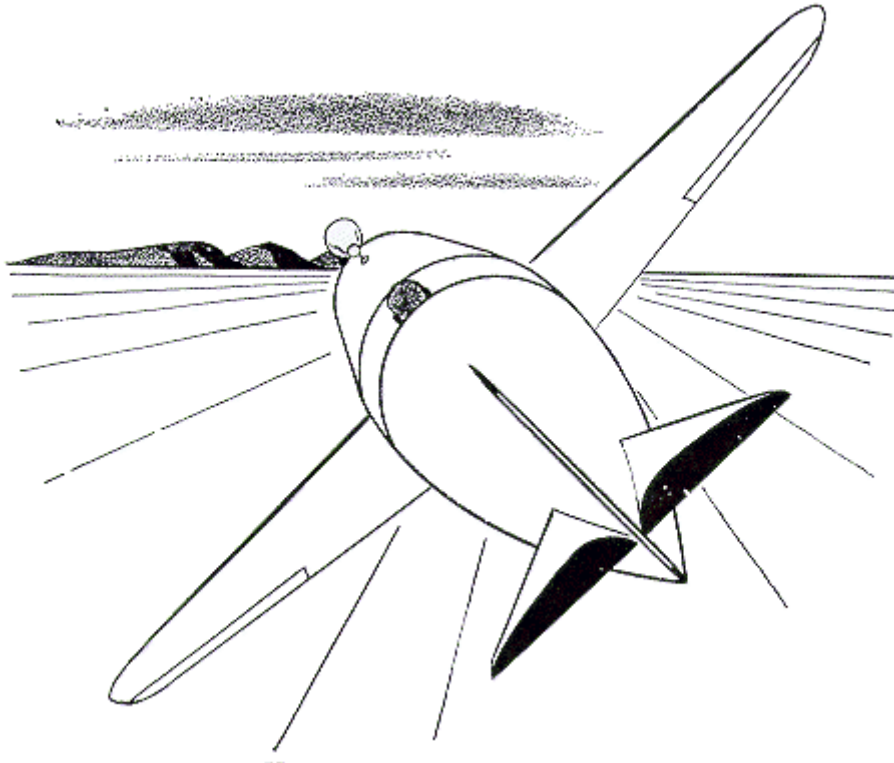
C'è da aspettarsi che un pilota abbia questo riflesso spontaneo. Il timone sulle barche è un dispositivo usuale da secoli, e lo si gira nella direzione in cui si vuole andare. Oppure, portentoso ancor più grandioso, abbiamo lo stesso aggeg- gio sulle automobili. Per girare, diciamo, a destra, si gira il volante a destra, e lo si tiene girato finché si vuole continuare a girare. Se uno vuole girare più stretto, si gira il vo-

lante di più. Questa idea è mortale quando si è per aria. Naturalmente le nostre manovre addestrative sono pensate per convincere una persona che non si fa così. Finché l'esecuzione nei limiti della sicurezza di queste manovre va avanti, le statistiche dimostrano che la cosa funziona. Ma le stesse statistiche dimostrano anche che non funzionano più quando il pilota vola liberamente, quando cerca di fare quello che gli serve, o è pressato dalla necessità di entrare in virata più rapidamente di quanto non abbia fatto durante l'addestramento. E naturalmente l'aereo viene "sterzato" - col timone - a terra.

Se la virata fatta col timone è l'errore di base, è la cosa che necessariamente segue a far cadere il pilota alla fine della virata, perché l'uso sbagliato del timone porta all'uso sbagliato degli altri comandi, e noi facciamo l'errore nel tentativo di correggere un altro errore.

La difficoltà nell'impiego corretto dei comandi in virata nasce dalla mancanza di sensibilità del pilota nei confronti dell'angolo di incidenza quando vola inclinato lateralmente. Per esempio, la posizione del muso in coincidenza o sopra o sotto la linea d'orizzonte è collegata indissolubilmente al concetto che il pilota ha dell'incidenza. Nel volo rettilineo e livellato, tutto quel che pensa un pilota dell'incidenza è pressappoco così: muso sopra l'orizzonte vuol dire alta incidenza, possibilità di stallo, potenziale pericolo; muso coincidente con la linea d'orizzonte: se c'è motore, OK; muso sotto l'orizzonte, motore o meno, va tutto bene, incidenza bassa, la velocità aumenta. C'è un pizzico di indiretta verità in questo concetto, anche se, naturalmente, nella realtà noi possiamo stallare andando dritti in salita, dritti livellati o dritti in discesa.

Però nel momento in cui un pilota entra in virata, si porta dietro le sue idee sulla posizione del muso, e nello stesso tempo non riesce ad acquisire una nuova mentalità come dovrebbe. Occupiamoci allora della posizione del muso: se il pilota vuole fare una virata livellata e per aver stretto la virata troppo in fretta tirando la barra si accorge che il muso è un po' alto sull'orizzonte, probabilmente penserà più a posizionare quel muso dove vuole che stia, piuttosto che chiedersi come mai il muso si trova là. Ovviamente il pedale basso lo farà scendere, e la cosa è anche apparentemente corretta, dato che



Una normale virata troppo stretta. Questa è un'immagine di quel che succede quando il pilota non usa male il timone, ma tende a tirare troppo indietro la barra in virata: il muso si alza. Quando questo capita, i piloti sono spesso portati a sospettare di star dando troppo poco piede piuttosto che troppa trazione sulla barra, benché, naturalmente, in un aereo ben bilanciato il timone non sia mai in rapporto con la posizione del muso (l'equilibratore lo è) ma solo con la quantità di alettone che viene usata.

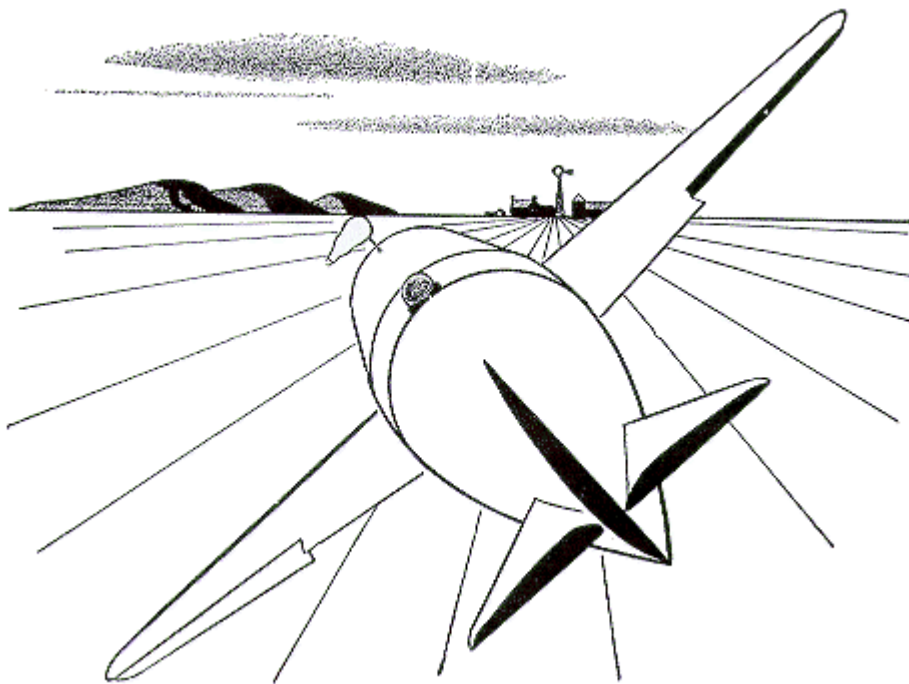
il muso si trova ora dove dovrebbe essere in una virata livellata. Ma, naturalmente, facendo così egli ha eseguito una derapata verso l'alto e ha introdotto anche una tendenza ad aumentare l'inclinazione verso l'interno della curva che ora dovrà arrestare. Questo significa che a causa della pressione sul piede basso, che a sua volta viene fuori dalle sue idee sulla virata eseguita coi pedali e sulla posizione del muso, dovrà incrociare i comandi per mantenere costante l'inclinazione, e che si troverà con il timone da una parte e la barra dall'altra. Questo significa non solo far volare l'aeroplano in derapata, ma anche che l'alettone deflesso verso il basso nell'ala bassa si troverà nella porzione più esterna dell'ala che vola ad incidenza maggiore dell'altra, quindi se si verificheranno le condizioni di uno stallo, stallerà per prima. Tutta questa bella roba, una virata in derapata coi comandi incrociati, è naturalmente una pessima tecnica di volo. Un buon pilota avrebbe abbassato il muso nello stesso modo con cui lo ha alzato: con la barra, spingendo cioè avanti la barra finché era di nuovo sull'orizzonte. Ma qui c'è una combinazione fra l'idea che si vira con il timone e quella troppo meccanica sulla posizione del muso rispetto all'orizzonte, che è istintiva e probabilmente verrà a galla al di là di tutti i riflessi acquisiti durante l'addestramento, soprattutto quando il pilota si trova sotto pressione.

Il nuovo concetto che il pilota non porta nella sua virata oltre alle sue reazioni alla posizione del muso tipiche del volo livellato è questo: l'incidenza si controlla solo con l'equilibratore, più si inclina l'asse verticale sopra l'orizzonte, meno si è in grado di valutare l'incidenza, neppure con quel che rimane del riferimento all'orizzonte tipico del volo livellato, riferimento che è comunque fallace.

Se un pilota vola livellato a velocità di crociera e porta la barra indietro fino a una certa posizione, ottiene, diciamo, una violenta salita che, se mantenuta, lo porterà in breve o alla sommità di un looping, o ad un brusco stallo. Gli resta ben impresso il modo in cui il muso si alza sopra l'orizzonte, e da questo valuta cosa sta capitando. Mettiamo che tiri 2 g in questa richiamata. Ora mettiamo che si inclini lateralmente di 60 gradi, che tiri la barra indietro nello stesso modo, e che si prenda altri 2 g. Nulla della posizione del muso gli dice che ha "impennato". Entro una manciata di secondi, la velocità indicata non è neppure calata molto. Ma, naturalmente, per il carico della forza centrifuga dovuto alla virata, la velocità di stallo non è i 50 nodi che pensa lui, ma è 70 nodi. Nella pratica, un pilota dovrebbe pensare a una virata decisa come ad un'impennata dopo una richiamata, e comportarsi nello stesso modo. Oppure potrebbe visualizzare la situazione in questo modo: i piccoli flap di cui siamo dotati danno risultati impressionanti nel rallentare un aeroplano consentendogli assetti picchiati con incrementi di velocità modesti. L'intera ala è un flap durante la virata, dieci, venti volte più grande dei piccoli potenti flap di cui abbiamo tanta soggezione nel volo livellato. E può rallentare un aereo, se viene abbassata, come lo è in virata, dieci, venti volte quel che può fare un flap nell'uso normale. Quando un aereo viaggia in crociera a velocità doppie o triple di quelle dello stallo in volo livellato, possiamo vedere quanto rapidamente un pilota può andare in vite dopo una virata stretta e violenta. In realtà ci sono quantità di casi in cui l'aeroplano volava diritto, ha iniziato di colpo una virata, e dopo 90 gradi è entrato in vite.

Tuttavia i nostri vizi di virata col timone e di riferimenti muso - orizzonte sono solo una parte dei trabocchetti che l'aeroplano convenzionale mette in essere per il pilota in una virata stretta. Il guaio grosso viene quando il pilota si accorge che qualcosa è andato, o sta per andare storto.

E notare bene che, a questo punto, il pilota non ha ancora stallato l'aeroplano. Egli è semplicemente in una virata a comandi incrociati, in derapata e troppo stretta, forse mentre



Una virata anormale e troppo stretta. La cosa pericolosa nell'abbassare il muso col timone durante una virata troppo stretta è che questa sembra giusta, mentre invece i comandi sono incrociati, e, come mostrato dalla piccola manica a vento sul muso, l'aereo sta derapando. Intanto, dando anche pochissimo piede basso, possiamo tenere il muso basso come in assetto livellato e stringere tremendamente la virata senza ottenere nessuna indicazione visiva attendibile.

inizia un po' di buffeting in coda, o un'avvisaglia di instabilità laterale, o una tendenza ad aumentare l'inclinazione laterale innescata da una raffica, o col muso che tende ad abbassarsi non ostante l'aumentata pressione all'indietro sulla barra.

Dal punto di vista fisiologico, i nostri occhi, il senso della prospettiva, il nostro orecchio interno e il senso dell'equilibrio, i nostri tempi di reazione, noi stessi non siamo gran ché adatti a gestire un aeroplano convenzionale in virata. Non stiamo bene sottoposti ad una forte accelerazione; non abbiamo a disposizione nessun modo soddisfacente per valutare l'incidenza in virata, non abbiamo alcuna analogia meccanica utile per stimare la posizione del muso in virata, e basta l'atto di cambiare direzione, in aria come sulla terra, per darci un certo grado di tensione ed una valutazione innaturale della prospettiva.

Questi difetti come animali aerei sono i responsabili delle reazioni istintive che ci fanno cadere giù quando siamo in virata: il pilota, per il suo istinto terrestre, si sente più sicuro quando sale livellato, scende livellato o procede in volo diritto e livellato. Questa è l'idea del "candelotto di dinamite"² che un'emergenza fa venire fuori in una virata che va

² La frase ha un doppio senso intraducibile, perché candelotto si dice in inglese "stick" esattamente come barra: stringere la barra dell'aereo quin-

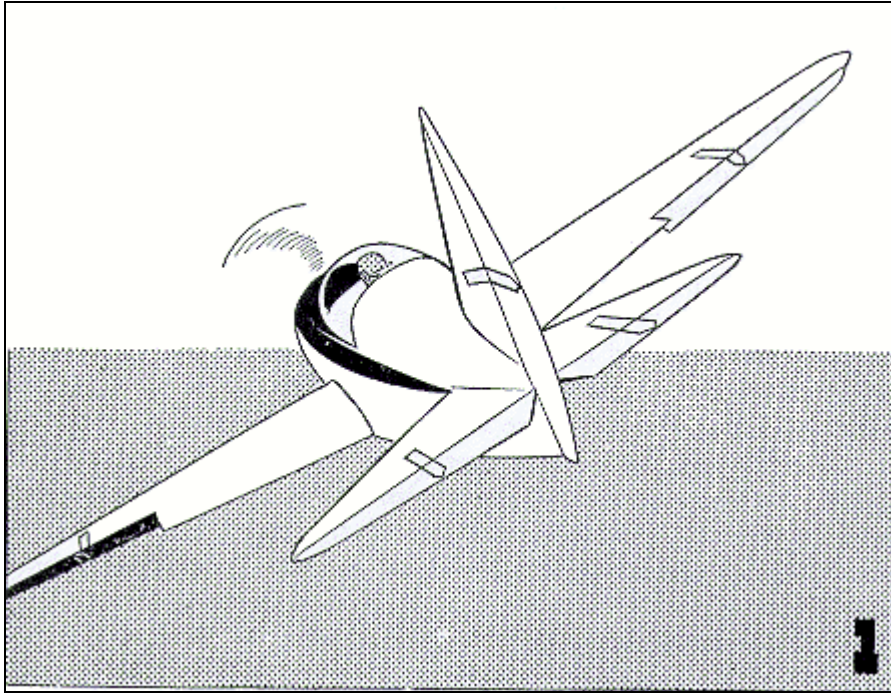
a finire male: il pilota mette in rapporto la sicurezza non con l'angolo di incidenza, ma con l'assetto dell'aeroplano. Se si spaventa durante una virata, egli viene condizionato da un impulso prepotente a ritornare velocemente in assetto rettilineo e livellato. Dopo tutto, non possiamo camminare tranquilli inclinati di 45 gradi di lato. Questo lo sappiamo da lungo tempo. Non è che ce lo possiamo dimenticare dopo un giorno che voliamo.

Allora cosa succede? Pochi piloti capiscono veramente quanto è facile e che dinamica traditrice sia entrare in vite con l'aereo per colpa dei soli alettoni durante uno stallo incipiente in virata. E, nella sua ansia di uscire dalla virata e tornare in volo livellato, la tendenza del pilota non è solo quella di dare un mucchio di alettone, ma anche quella di tirare la barra tutta verso un angolo posteriore della sua escursione. Questo non solo aumenta ulteriormente un'incidenza ovviamente critica, ma portando l'alettone in basso sull'ala bassa aumenta ancora di più l'effettiva incidenza della porzione di ala corrispondente all'alettone, e spesso determina lo stallo netto della porzione estrema dell'ala bassa. E a questo punto l'aereo cade. Invece della risalita dell'ala e dell'uscita dalla virata riprendendo il volo rettilineo, succede che alla caduta dell'alettone segue quella del muso. La cosa è del tutto inaspettata ed è chiarissimo che anche il pilota più esperto darà e manterrà per un attimo tutto alettone quando un'ala gli cade e l'aereo precipita quando si pensava a tutto fuorché ad una vite, ad una semplice uscita da una virata.

A questo punto il tempo per il pilota comincia ad andare in fretta, e coi suoi pensieri ancora sull'uscita da una virata, egli si ritrova con un assetto a cadere, il motore imballato, e comincia a vedere la terra da vicino come non la aveva mai vista prima. Quanti secondi pensiamo che gli occorrono prima di capire che è in vite?

Quando pensiamo in modo razionale le vite, dobbiamo considerare la nostra costituzionale debolezza nell'uso della leva. Dopo lo stallo, un aereo convenzionale i comandi funzionano alla rovescio. Noi ora sappiamo che nessun aereo andrà in vite a meno che i comandi non siano portati in una certa posizione; di conseguenza dobbiamo ritenere che se è andato in vite questo fatto si è verificato. Noi facciamo pratica di stalli, viti e rimesse, ma necessariamente ad alta quota e solo in volo rettilineo e livellato; e, naturalmente, quando facciamo pratica sappiamo cosa sta per succedere ed è tutto sotto controllo. Che tutto questo serva ad assicurare un po' di sicurezza, è ovvio, ma che questa pratica non esaurisca interamente le necessità di quando ci si trova a bassa quota è altrettanto ovvio, altrimenti non ci sarebbe bisogno di parlare di questo tipo di vite.

di equivale per il pilota, in certe situazioni, a tenere in mano un pezzo di esplosivo.



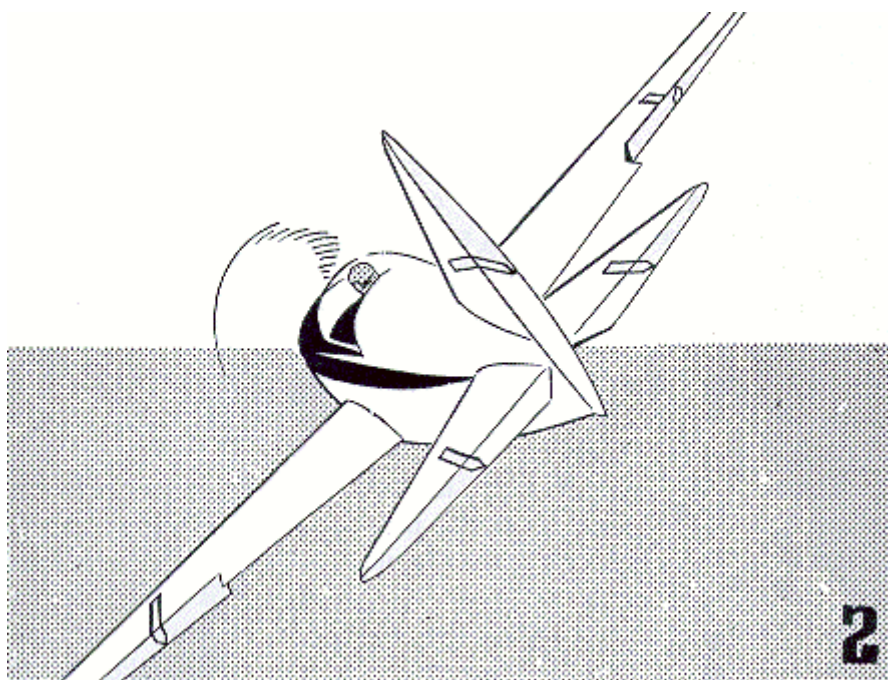
Ecco come si verifica la vite dopo una virata. Questa immagine e le seguenti riguardano un intervallo di tempo che va dai 4 agli 8 secondi. Sopra: il pilota vuole entrare velocemente in virata, usa molto alettone, quindi molto pedale. Gli scappa un po' troppo piede perché ha tirato un po' troppo indietro sulla barra, così per il momento riesce a stabilizzare l'inclinazione laterale e tutto sembra a posto per ciò che riguarda la posizione del muso rispetto all'orizzonte.

Se dessimo una macchina ad una persona, e gli dicessimo che può frenare anche bruscamente, ma solo fino ad una certa posizione, e che la oltrepassasse le ruote verrebbero di colpo divelte dagli assali, cosa pensiamo che capiterebbe in un'emergenza? Il pilota sa che se la barra viene tenuta indietro dopo che si è perso il controllo, l'aeroplano da quel momento sarà bloccato in vite, e ha fatto pratica su questo, ma senza parecchi elementi fondamentali. Quando capita una vite inaspettata, gli serve un po' di tempo, forse 3 o 4 secondi, per capire la situazione. Per prima cosa deve riconoscere la vite, cosa che richiede tempo; quindi deve eliminare la sua reazione più usata di tirare indietro la barra per far alzare il muso, e mandare un impulso ai suoi muscoli per spingerla invece in avanti finché non sia stata riguadagnata velocità a sufficienza per ristabilire la normale funzione dei comandi, il che prende pure del tempo; intanto lotta contro una paralisi istintiva del corpo e della mente: durante l'addestramento con stalli e viti la terra dice soltanto "bau", ma quando si fa sul serio ti salta addosso.

Contrariamente a quelli che il pilota suppone siano i principali rischi del volo, cioè per la precisione, piantata motore, tempo atmosferico, cedimento strutturale, ecco qui, visti brevemente, quali sono i rischi reali, ecco cosa succede veramente.

Quando si verifica la necessità o la volontà di un rapido cambio della direzione del volo, il pilota tende a compiere una

virata in derapata. Sempre per la fretta egli tende nello stesso tempo a cercare di stringere la virata più di quanto non si possa fare, senza che il muso non si alzi più di quanto non fa in una normale virata livellata. Quando vede il muso cabrato, lo caccia in giù con una pressione ancor maggiore col piede basso, mettendosi quindi in condizione di aver bisogno di incrociare i comandi per evitare che aumenti troppo l'inclinazione laterale. Nel frattempo la virata stretta ed improvvisa lo ha rallentato come avrebbe potuto fare una violenta impennata. A questo punto forse si trova solo in una situazione di pericolo, ma, se si allarma, se sente che non è tutto a posto con l'aeroplano, egli cede ad un forte impulso di associare l'assetto di volo livellato con la sua sicurezza. Bisogna notare che la sua reazione non è quella che farà stallare l'aeroplano. Il motore funziona, il pilota si sente pesante, sa solo che vuole uscire subito da questa situazione. La sua reazione istintiva è questa: volendo uscire subito dalla virata, mette tutta la barra in alto e nello stesso tempo ne aumenta la pressione all'indietro. Questo può causare l'immediata caduta dell'ala e l'inizio della vite. Ma dopo che è caduto senza che se lo aspettasse, il pilota non riconosce subito il fatto che quella è una vite, e per l'emozione del terreno che vien su dal basso così vicino, così veloce e così inaspettatamente, non è capace di cambiare quelle stesse reazioni che hanno funzionato bene migliaia di volte. Egli cerca così ancora più affannosamente di arrestare con gli alettoni l'inclinazione laterale (che ormai è un'autorotazione), e ancor più affannosamente cerca di far alzare il muso nel modo in cui tutti facciamo alzare



Il vizio della virata col timone. Una volta fissata l'inclinazione laterale, tutto quel che resta per accelerare la virata è il timone e la pressione all'indietro sull'equilibratore. La tendenza è a servirsi principalmente del timone, tirando poi la barra tutto quel che è necessario per sostenere il muso. Questo significa anche dover sostenere l'ala bassa, dato che

l'eccessivo piede basso costringe l'aereo ad inclinarsi a sinistra. Ora l'aereo si trova in una condizione di virata con comandi incrociati, troppo stretta, in derapata.

il muso, cioè tirando la barra all'indietro. Se dovesse sopravvivere e potesse ricordarsi qualcosa del volo, e gli chiedessimo a che punto ha capito di essere andato in vite, ci risponderebbe quasi sempre o che non se ne è accorto per niente, oppure che se ne è accorto subito prima di andare a sbattere. E probabilmente avremmo l'una o l'altra risposta indipendentemente dal fatto che avesse fatto metà o tre giri completi di vite a capofitto. Anche l'evidenza dei fatti lo dimostra: l'autorotazione ad un certo punto si sarebbe esaurita se i comandi fossero stati lasciati andare in posizione neutra. Ma questo accade raramente durante le viti non intenzionali.

Di solito i piloti ammettono che, poiché un aereo non entra da solo in vite senza che il pilota faccia la sua parte, le nostre viti indicano un impiego errato di barra e timone. Ma l'opinione di questi sulla loro tecnica di volo, e magari il fatto di conoscere personalmente degli ottimi piloti a cui è capitato di andare in vite, fa sì che la spiegazione e l'analisi dell'uso errato dei comandi non li soddisfi del tutto. Magari la cosa non è proprio così. Di certo, come questi sostengono, non è che andiamo in vite alla fine di ogni virata fatta male.

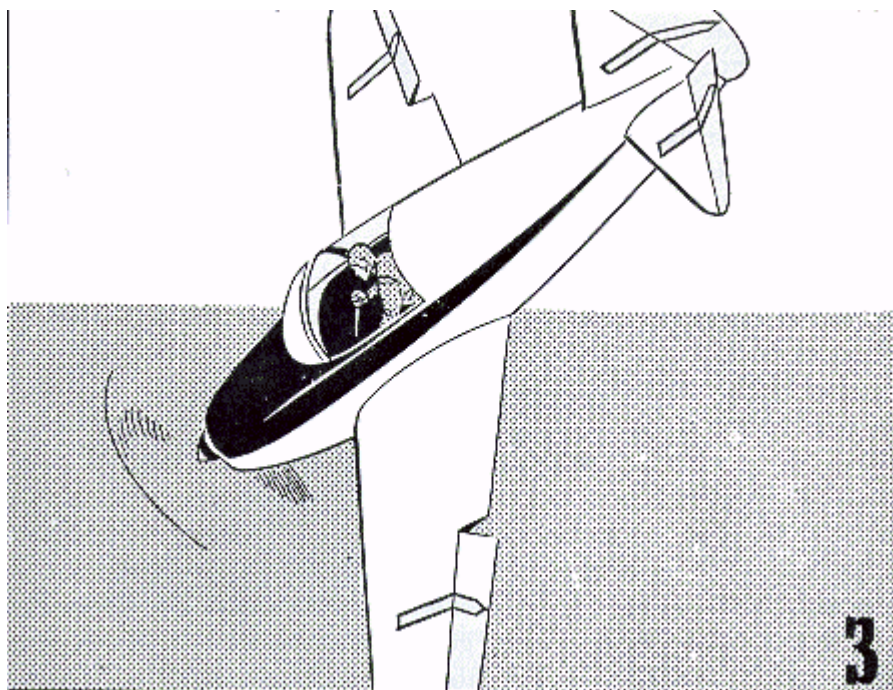
Invece di essere il pilota a mandare in stallo l'aereo in conclusione di una brutta virata, non ci potrebbero essere invece delle circostanze estranee a mandarlo in stallo? Non ci sono dei fattori esterni che potrebbero far nascere questi impulsi così potenti, così nascosti, così mortali, ad usare malamente i comandi quando si verifica ciò che non era stato previsto? Sembra che in effetti ci siano.

I piloti hanno discusso in lungo e in largo sull'argomento degli effetti del vento sull'aeroplano. Ma dottrina ufficiale di tecnica del volo è stranamente reticente sull'argomento. Considerando la turbolenza in cui in certi giorni un aereo si può trovare a viaggiare, sembra piuttosto strano che si sia pubblicato così poco sugli effetti del vento. Naturalmente gli effetti del vento sono diversi. Per esempio, un aereo che vola in un vento costante vola in modo non diverso che in aria ferma. Esiste tuttavia un campo vasto e dimenticato nell'addestramento al volo sull'argomento degli effetti delle raffiche, dei diversi strati del vento, delle correnti termiche, e di altre cose che ancora non hanno un nome preciso. Questa è una parte del volo che sembra essere sempre stata data per scontata, ma qualsiasi cosa noi diamo per scontata nel volo prima o poi ci caccia nei guai.

I libri di testo vengono scritti come se tutto il volo dovesse avvenire in aria calma. Finché è così, magari va tutto bene; ma noi dobbiamo andare oltre. In aereo, un sobbalzo è causato da un momentaneo aumento dell'incidenza a cui l'ala sta volando. O meglio, un sobbalzo verso l'alto, di quelli che tendono a cacciarti la testa fra le spalle. Un sobbalzo verso il basso, di quelli che fanno tendere forte la cintura contro il corpo per tenerci attaccati all'aereo, è il risultato di

un'incidenza negativa, in cui l'ala non sostiene in alto, ma spinge in basso l'aereo anche più di quanto questo non comincerebbe a fare se non avesse ali del tutto. Ci hanno insegnato che controlliamo l'aeroplano mantenendo l'angolo di incidenza entro certi limiti, in modo da controllare che la portanza sia sempre diretta verso l'alto, o ruotata di lato come si fa per virare, così che questa ci faccia girare. Ma non diamo grande peso al fatto che in aria turbolenta l'angolo di incidenza, quindi la portanza, è una quantità variabile, qualcosa che possiamo controllare solo parzialmente. Il pericolo nel non essere in grado di controllare con accuratezza l'incidenza in ogni istante è che possono svilupparsi fattori esterni, quando vogliamo prossimi alle condizioni di stallo, che fanno sì che l'incidenza vada oltre il valore di stallo. Questa è la ragione per cui l'assetto da solo non significa sempre la stessa cosa.

Il semplice caso del volo in un vento di gradiente è illuminante su questo punto, e anche sugli estremi a cui le condizioni del vento possono portare l'opinione del pilota sulle caratteristiche di volo del suo aereo. Supponiamo che la velocità del vento a 6 piedi sul suolo sia di 5 nodi, a 50 piedi di 10



Eccesso di inclinazione laterale. Mentre si trova in una virata troppo stretta e in derapata coi comandi incrociati, se si verifica l'instabilità laterale e l'ala bassa inizia a cadere, o se una raffica tende a farla abbassare, l'impulso più forte che si prova in volo è quello di stratonare la barra indietro a destra, nel tentativo di alzare ala e muso nello stesso tempo. Questo è il momento fatale, e spesso l'ultima possibilità di ridurre l'incidenza.

nodi, a 500 di 20 nodi e a 1000 piedi di 30. Al decollo il pilota imposta un normale assetto di salita, ma improvvisamente scopre che l'aereo possiede un rateo ed un angolo di salita migliori del normale. Se l'aereo è nuovo per lui, potrà riferire al ritorno che quell'aereo ha eccellenti caratteristiche di sa-

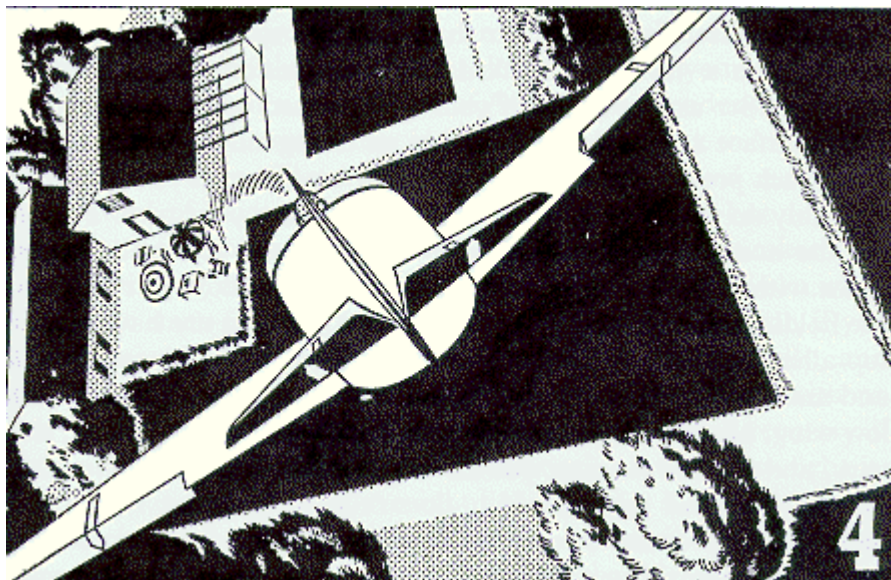
lita, mentre di fatto l'aereo può essere mediocre da questo punto di vista in una giornata di vento calmo.

Quando il pilota viene all'atterraggio nello stesso vento di gradiente, questi effetti funzionano a rovescio. Come la velocità del vento cala degli ultimi 5 nodi, appena il pilota di trova vicino a terra e scopre che deve abbassare subito la coda, stabilisce che l'aereo non ha buone caratteristiche in atterraggio, ossia che ha una tendenza a sprofondare senza dare preavviso.

Ed ecco ora un effetto del vento più complesso, o meglio un effetto della raffica, che deve certamente avere un ruolo perverso nei disastri che solitamente si verificano in volo durante la virata. Poniamo di essere in volo verso Nord a velocità di crociera, con vento a raffiche, e che viriamo bruscamente con angolo di bank di 60 gradi, e che tiriamo la virata fino ai 2g necessari per assicurare una portanza di 1g in quell'assetto. L'angolo di incidenza aumenterà, per dire, fino a 10 gradi. Ora supponiamo che dopo una virata di 90 gradi, col vento ora al traverso, troviamo una raffica, o meglio, il fronte anteriore della raffica. A questo punto il vento apparente ruota nella direzione da cui proviene la raffica, l'incidenza aumenta vistosamente, forse abbastanza da sviluppare quella instabilità laterale che è il primo segnale dello stallo in virata, e il pilota si spaventa quel tanto che basta a fargli dare tutto alettone per cercare di livellare l'assetto, facendo così stallare l'alettone con conseguente vite. Oppure, supponiamo che, sempre in questo assetto con vento al traverso, l'ala in alto raggiunga uno strato d'aria più rapido, che si sposta più velocemente. Questo causerà un aumento dell'incidenza di quell'ala, maggiore portanza, e creerà una tendenza all'inclinazione laterale che potrà essere piuttosto violenta. Possiamo scommettere che, quando un aereo tende ad inclinarsi bruscamente di lato in modo eccessivo, il pilota penserà per prima cosa a stratonare l'ala bassa, tirandola su con l'alettone, e non penserà a diminuire per prima cosa l'incidenza complessiva dell'aereo, per aumentare le possibilità di controllo laterale.

I due esempi che abbiamo illustrato sono, naturalmente, solo due dei molti che potrebbero venire citati per dar forza al fatto che esistono moltissime possibilità per il pilota di cacciarsi in uno stallo incipiente in virata, benché non sia riscontrabile nessun suo evidente errore o svista. Se diamo una spinta ad una persona che sta in piedi, senza che se lo aspetti, sappiamo esattamente cosa farà per riacquistare l'equilibrio: il jujitsu è basato sopra questa sequenza automatica di eventi. In aria abbiamo reazioni ugualmente istintive quando durante una virata ci troviamo improvvisamente troppo inclinati, quando sentiamo che l'aereo sta diventando lateralmente instabile, quando si verifica la vibrazione che abbiamo imparato ad associare con l'inizio dello stallo. Senza dubbio ci sono abbastanza effetti del vento per darci ogni tanto una di queste spinte quando siamo al limite di perdere il controllo dell'aereo per una ragione qualsiasi, ed è ugualmente vero che la nostra reazione pressoché costante sarà quella di riguada-

gnare l'assetto livellato. Vista così, la nostra denominazione ufficiale delle cadute alla conclusione di una virata, ossia "stallo a bassa quota", è più che opportuna. Il nostro problema è che andiamo in stallo cercando di interrompere la virata, che non sappiamo bene abbastanza come effettuare la rimessa dallo stallo in virata.



La vite. A questo punto il pilota non capisce più niente. Non sospetta la vite, ma si chiede il perché l'ala sinistra e il muso non ne vogliono sapere di tornare su, e usa tutta la sua forza per tirare indietro sulla barra: in uno, quattro, otto secondi, ecco il 70% degli incidenti mortali. Solo una minoranza nel mondo dell'aviazione capisce o crede a questa storia. Ma limitiamo la corsa dei comandi in modo che un pilota non possa azionare l'aereo in questo modo (Ercoupe, Skyfarer³), e nessuno va in vite.

Cosa arresterà questa faccenda dei piloti che vanno in vite a bassa quota su aerei tradizionali? Benché la cosa continui da anni, non sembra impossibile una soluzione se cerchiamo nelle direzioni giuste.

Dal punto di vista del pilota, e particolarmente dell'allievo, dobbiamo capire innanzitutto dov'è il problema: nella virata. Questo non significa che dobbiamo temere le virate a bassa quota, ma che dobbiamo guardarci dalla tentazione di virate brusche. Dopo tutto, la manovra è la sostanza del volo: eliminiamo le manovre estreme, come nel volo commerciale, o nel normale volo privato e di trasferimento, e la situazione che può generare l'incidente non è più un caso reale.

Ma naturalmente il divieto non serve mai quanto la moderazione e l'educazione. Cercando di migliorare la nostra tecnica di virata e la nostra comprensione dei suoi lati più oscuri, certamente un baluardo di sicurezza.

Forse un buon sistema per farlo è eseguire delle virate fatte male, studiarle, e meditare tutto il tempo "questo è il modo in cui la gente va giù, spesso in aria più turbolenta di questa, e vanno in vite".

³ Si tratta dei più diffusi modelli di aeroplano senza pedaliera, tipici della fine degli anni '50 e dell'inizio dei '60. [N.d.T.]

Proviamo con una virata a sinistra con 45 gradi di bank, dando un po' troppo piede come faremmo se il nostro vizio di virare col piede venisse a galla, come probabilmente capiterebbe in una situazione di emergenza. A questo punto tiriamo indietro la barra un po' più del giusto, come pure probabilmente faremmo nella necessità impellente di accentuare la virata. Questo porrà il muso in un assetto troppo cabrato, ma manteniamo la pressione sulla barra e teniamo giù il muso col piede basso. Facciamo caso a quanto piede stiamo dando, all'accelerazione cui siamo sottoposti, e al fatto che dobbiamo usare gli alettoni per evitare di inclinarci troppo. Ora magari cominciamo a spaventarci, e mantenendo la pressione all'indietro vediamo quanto rapidamente riusciamo a sollevare l'ala bassa. Forse ci riuscirà, e forse non inizierà l'avvitamento a sinistra: gli aerei sono diversi, e nella maggior parte dei casi abbiamo bisogno degli effetti del vento a raffiche per cacciarci, in un modo o nell'altro, in una situazione del genere. Se l'ala non cade, ripetiamo la sequenza, inclinando ancora un po' di più, ma questa volta dopo aver incrociato i comandi, ed effettuato una virata troppo stretta, diamo giusto un po' di più di piede basso. Prima o dopo inizieremo a cadere in questa virata. Quello che abbiamo dimostrato a noi stessi a questo punto è: 1)- come il vizio della virata col pedale è fondamentale per i problemi che vengono dall'incrociare i comandi e dal consentire un carico di accelerazione superiore a quanto è giusto, anche se il muso punta "all'orizzonte"; 2)- come spesso possiamo andare in vite cercando di sollevare l'ala bassa; 3)- quanto in fretta possiamo arrivare alla velocità di stallo o all'incidenza di stallo, quello che preferite o che capite meglio, in una situazione di questo tipo.

Ed eccoci al punto in cui dobbiamo veramente imprimerci uno dei fatti fondamentali del volo. Tutti possono andare in vite alla conclusione di una virata: la nostra possibilità di fare eccezione dipende da quello che segue. Appena la vite inizia alla fine di una virata, facciamo una rimessa corretta.

Una rimessa corretta da uno stallo incipiente in virata significa solo questo: lasciare andare un poco la barra in avanti, ridurre l'angolo di incidenza. Non ci vuole molto. L'instabilità laterale di colpo scompare. Di fatto prendiamo due piccioni con una fava, perché abbiamo anche abbassato la velocità di stallo riducendo il carico dell'accelerazione centrifuga, e subito abbiamo un aereo che può venire controllato normalmente. Ma la cosa più importante è questa: dopo una rimessa di questo tipo siamo ancora in virata; una virata più larga, è vero, ma ancora una virata. Se il muso dovesse essersi abbassato un poco prima che noi lasciassimo un po' in avanti la barra, ci troveremo ora in una virata in discesa, ossia in una spirale, e la cosa è assolutamente normale. E quando sperimentiamo queste rimesse, sorvegliamo per bene il nostro istinto a ragionare in termini di assetto invece che di incidenza, la nostra tendenza a tirare la barra tutta indietro nel tentativo di ripristinare l'assetto livellato uscendo dalla virata. *Questo è il punto in cui la gente precipita e si schianta a terra.* Pensiamoci non come a qualcosa che non faremo mai, ma come a qual-

cosa che ci stiamo addestrando a non fare. C'è da star sicuri, richiede la capacità di ragionare molto velocemente e molto self-control l'allargare la virata o il lasciare scendere il muso, quando l'aereo comincia a precipitare a 500 piedi di quota. Mettiamola così: se voleremo abbastanza a lungo, dovremo confrontarci con una situazione del genere, senza che ce lo aspettiamo, e dobbiamo imparare a condizionare i nostri riflessi a fare una rimessa con una perdita di quota di non più di 50 piedi. Si può eseguire una rimessa del genere se solo lasciamo andare per un attimo l'aereo, invece che combattere contro di lui.

Piuttosto di quel che si immaginano i piloti, tuttavia, è molto più importante che coloro che prescrivono i nostri metodi di addestramento di diano una mossa. E in questo dovrebbero avere il supporto morale degli istruttori. Dopo tutto, oggi insegniamo a volare come ci hanno insegnato nell'ultima guerra. Ci sono stati piccoli ritocchi nella tecnica di eseguire le manovre, ma in sostanza queste sono ancora le stesse. In 25 anni non è stata aggiunta al corso di addestramento prescritto una sola manovra in funzione del vero assassino dell'aria: la perdita di controllo in virata a bassa quota.

Quando parliamo di virate a comandi incrociati e dei tentativi di tirate su l'ala o il muso quando le cose si mettono male in queste virate a bassa quota, gli istruttori spesso rispondono, qualche volta in modo velenoso: "Sarà anche così, ma noi non insegniamo ai nostri allievi a volare in quel modo". Ed è questo il punto: lo fanno invece. Ognuno di questi piloti che è andato in vite era un prodotto di questo sistema di insegnamento, il prodotto di un istruttore certificato, ed era stato verificato da parte di un ispettore del ministero prima di avere la licenza. Il nostro solo sforzo per la sicurezza dal punto di vista istruzionale è stato solo quello di insegnare un po' più severamente, un po' più in profondità, quello che abbiamo insegnato sempre.

Come fa l'istruttore a sapere che l'allievo non si preoccupa solo di sollevare l'ala quando comincia ad "infilarsi" a bassa quota? Ha fatto dei controlli su ciascun allievo a questo riguardo? Magari li ha fatti, ma solo in un modo indiretto, e il fatto che questo modo indiretto è inadeguato parla da solo. Ed è anche possibile che alcuni di queste verifiche inculchino nell'allievo dei concetti sbagliati.

Per esempio, nell'attuale modo di insegnare il controllo dell'aereo per mezzo del timone in uno stallo di potenza, si ha l'impressione che insegniamo all'allievo a far volare l'aeroplano, a strattonarlo, quando questo rischia di diventare lateralmente instabile. In realtà, la tecnica in uso basata sul controllo per mezzo del timone è pensata per insegnare all'allievo a non usare gli alettoni durante lo stallo per tentare di mantenere le ali livellate. E questo, naturalmente, è sacrosanto, benché venga raramente evidenziato che questo aspetto è il cuore dell'esercizio. Ma perché dovremmo insegnare l'uso del timone come propriamente collegato alla necessità di sostenere un'ala che stalla? Perché non dovremmo risalire alla radice del problema e cacciare in testa agli allievi che, al

primo avviso di instabilità laterale, che si voli diritto o in virata, la cosa da fare è ridurre l'incidenza? Il sistema didattico basato sul timone mette troppa enfasi sull'assetto, come se avesse qualcosa a che vedere con la sicurezza. Anche se l'allievo riesce a sostenere l'ala con il timone, si trova ancora nei guai, è tuttora al limite, e il pericolo è che egli pensa di aver imparato a forzare l'aeroplano anche quando questo non vuole più volare.

L'attuale enfasi sull'uso del piede esterno per arrestare l'autorotazione durante la vite rappresenta un ulteriore passo avanti sulla strada pericolosa di mettere nella testa dell'allievo che l'uso del timone viene prima di quello della barra. In effetti si è richiesto che taluni aerei da addestramento vengano progettati in modo che il piede esterno durante la vite faccia cessare la vite stessa, e che l'aereo riprenda il volo rettilineo anche con la barra trattenuta tutta indietro, benché di norma la cosa avvenga con un carico di "g" assolutamente eccessivo sulla macchina, cioè con una richiamata con troppa velocità. Ma la cosa importante è che la turbolenza in quota è del tutto differente da quella che si trova vicino a terra, dove il moto dell'aria sul terreno irregolare, sugli edifici, sugli alberi, determina una struttura dell'aria molto più tormentata. In questo tipo di turbolenza, è probabile che l'incidenza di stallo sia molto minore che in quota, ed è possibile ed anche probabile che qualcuno di questi aerei che escono dalla vite solo col timone quando sono in quota non continuino a comportarsi nello stesso modo quando sono bassi. E per la stessa ragione, mantenere il controllo laterale dell'aereo col timone durante uno stallo di potenza potrà non funzionare a bassa quota, in certe giornate.

Naturalmente c'è una situazione in cui insegnare all'allievo a gestire il controllo laterale per mezzo del timone è giusto, cioè durante l'atterraggio e il decollo, dove ci si trova troppo bassi per poter abbassare il muso anche di poco. Ma questo tipo di insegnamento si dovrebbe limitare a questo aspetto. Non dovrebbe venire messo in testa agli allievi come un sistema per tenere l'aereo livellato lateralmente durante uno stallo incipiente quando si trova a quota sufficiente per fare una vite. Se è così alto, ha tutto lo spazio per ridurre l'incidenza, perdere qualche piede di quota e guadagnare velocità. Con più velocità, egli è in grado di mantenere il volo livellato con un angolo di incidenza minore e più sicuro.

Forse un altro punto debole nel nostro modo di insegnare di oggi è nel fatto che diciamo così poco a proposito dell'uso sbagliato dei comandi in virata. Più di un istruttore si è trovato in imbarazzo con un allievo che gli chiedeva di dimostrare come si verificava lo stallo o la vite in uscita da una virata livellata. L'istruttore entrava gradatamente in virata con un 70 gradi di bank, una volta impostata toglieva piede, manteneva elevato il carico dovuto alla forza centrifuga, e finalmente turava tutta la barra indietro, con l'aereo che vibrava tutto, e che cominciava ad infilarsi in una virata con scivolata di potenza, che alla fine si evolveva in una spirale di potenza, dopo parecchie giravolte. Durante queste dimostrazioni capitava

che spesso si cambiasse del tutto argomento, con l'istruttore che mostrava il rischio che dando piede alto in virata, si produceva una vite con rovesciamento dall'alto. Questa è di fatto pressoché l'unica enfasi che oggi viene data alle viti in virata. Sembra però essere un'enfasi posta sul punto sbagliato, perché nei casi di incidente si verificano 99 avvitamenti "dal basso" in virata, su uno che si verifica con rovesciamento dall'alto. Può darsi che questi avvitamenti si verificano con uguale frequenza dal basso o dall'alto, ma, se è così, quelli con rovesciamento vengono controllati ed arrestati nella maggior parte dei casi. Ciò verrebbe favorito dal fatto che, quando l'allievo passa dall'assetto livellato all'essere rovesciato, tutti i suoi impulsi istintivi a riportare il muso sotto l'orizzonte prenderanno il sopravvento, mentre invece non funzionano abbastanza quando comincia ad avvitarci col muso in basso.

Un altro concetto sbagliato che gli allievi sembrano assorbire dall'attuale tecnica di addestramento è che la virata stretta è sicura. La loro idea del precipitare in virata sembra essere connessa con la scivolata in virata. Non è del tutto chiaro quale tipo di manovra dia loro quest'idea, ma è evidente che quest'idea di fondo c'è. Forse questo concetto errato spiega la loro tendenza a voler tenere la virata stretta quando hanno preso paura e vogliono tornare in fretta all'assetto livellato. Un elevato carico di forza centrifuga significa naturalmente che l'incidenza è non solo elevata, ma spesso che è anche in aumento. Dovrebbero invece aver chiaro il concetto che, dal punto di vista della sicurezza, la virata stretta è quella pericolosa, mentre quella larga è quella sicura. Non c'è alcun rischio significativo se in virata si scivola, perché la scivolata in virata non si ricollega ad un'eccessiva incidenza, quindi all'instabilità laterale e allo stallo. La scivolata si sviluppa solo gradualmente, la virata si trasforma in una spirale in discesa, la velocità aumenta, non si verifica alcuna instabilità laterale dovuta ad eccessiva incidenza. Durante una virata in scivolata il pilota può addolcire l'inclinazione laterale, sostenere il muso, se è basso, in totale sicurezza; ma non può farlo invece in sicurezza in una virata stallata che egli tenta di stringere.

La cosa importante, tuttavia, non è il miglioramento dei nostri attuali esercizi di addestramento, ma il fatto che dovremmo aggiungere degli esercizi nuovi al programma. Magari dovrebbero venire chiamati *esercizi sulla sicurezza*. Questi non dovrebbero essere pensati in funzione di uno standard di accuratezza di esecuzione nell'accezione in cui lo sono le nostre attuali manovre; quanto piuttosto per dimostrare se l'allievo ha acquisito certi concetti e reazioni fondamentali. Questo vorrebbe dire esplorare un campo completamente nuovo nell'addestramento al volo, col solo obiettivo di prevenire l'avvitamento in seguito a virata a bassa quota. Sarebbe una ricerca redditizia, perché ora sappiamo come si comporta un aereo in ogni possibile situazione, dopo sapremo cosa <combinano tanti piloti quando sono sotto stress.

Due cose in particolare vengono in evidenza. Primo, dovrebbe esistere almeno un esercizio per insegnare il rischio che c'è nell'eccessivo uso dei comandi nel volo lento. Con l'aereo in costante e ripida salita la manetta dovrebbe venire chiusa, e si dovrebbe chiedere all'allievo (1) di invertire la direzione del volo più velocemente possibile, (2) e di farlo con la minor perdita di quota possibile. Quando cominciano a buttar giù il muso e a virare nello stesso tempo, gli allievi fanno il più delle volte tutto bene, finché non hanno virato di 180 gradi e cominciamo a livellare. Fino a questo punto sono del tutto tranquilli e soddisfatti. Ma è grande la sorpresa quando, cercando di rialzare l'ala bassa, in molti aeroplani si innesca una vite a causa dell'alettone basso.

Altre volte, ai primi tentativi essi abbassano il muso più del necessario e ottengono di far vibrare l'aereo o un vero e proprio stallo durante la richiamata. In una manovra di questo tipo l'allievo dovrebbe venire valutato sulla base della sua prontezza ad allargare la virata. Se dovesse far stallare l'alettone, imparerebbe che allargando la virata potrebbe non solo eliminare l'instabilità laterale, ma potrebbe aumentare il controllo laterale abbastanza da proseguire la manovra e riuscire a sostenere l'ala. Imparerebbe anche come si effettua la corretta rimessa in virata, il che significa continuare la virata, ma con un rateo di rotazione minore. E, se dovesse effettuare una rimessa partendo da un assetto col muso leggermente basso ad un certo punto della virata, imparerebbe che una tale rimessa dovrebbe essere completata col muso ancora un po' più basso di quando è iniziata, e non portata a termine col muso sull'orizzonte. L'attenzione dell'istruttore durante la manovra dovrebbe concentrarsi sulla rapidità dell'allievo ad allargare la virata al primo sintomo di manovrabilità discutibile. Per ottenere il massimo da questo esercizio, bisognerebbe fissare dei parametri di riferimento flessibili in funzione delle condizioni di turbolenza e per ogni tipo di aeroplano: 180 gradi in tanti secondi e con una perdita di quota di non più di tanti piedi. Così l'allievo si ricorderebbe che, vicino a terra ed in aria turbolenta, questi valori minimi andrebbero forse raddoppiati. Ma anche in questo caso l'allievo avrebbe comunque questo surplus di sicurezza: potrebbe star sicuro che non cercherà di forzare l'aereo oltre le sue possibilità senza confondere questo con quello che gli piacerebbe che l'aereo facesse in ogni istante dal punto di vista dell'assetto. La manovra sarebbe quindi ripetuta mantenendo la normale potenza di crociera.

La seconda cosa più necessaria sembrerebbe essere un sistema per sapere in modo definitivo e finale che l'allievo (1) reagirà all'istante ad una non soddisfacente risposta degli alettoni riducendo l'incidenza, e (2) che non avrà timore ad abbassare il muso quando si trova vicino a terra, alle quote a cui si verificano solitamente gli avvitamenti, ossia fra i 500 e i 50 piedi. Questo servirebbe contro la loro tendenza a cercare di forzare le ali a risalire quando sono vicini allo stallo dell'alettone e prima che capiscano che uno stallo complessivo è imminente. E servirebbe anche contro la loro paura del terreno a bassa quota in seguito a stalli non intenzionali.

Se è vero che ci possono essere delle manovre che possono insegnare quanto detto, sembra che la soluzione migliore possa essere meccanica: come uno spoiler in prossimità di ogni estremità alare che possa essere azionato dall'istruttore. Il test allora potrebbe essere l'osservare le reazioni dell'allievo quando comincia a mancare il controllo dell'alettone: se questi allarga la virata per riacquistarlo, o se invece tira sulla barra ancora più forte. Un vantaggio particolare di questo dispositivo sarebbe che potrebbe venire usato in sicurezza quando si è molto più vicini al terreno di quanto possiamo essere provando gli stalli, perché l'effetto potrebbe essere prodotto ben al di sopra della velocità di stallo, e il rientro dello spoiler ristabilirebbe all'istante la situazione iniziale. Ci sarebbe inoltre l'ulteriore e importantissimo vantaggio che in quota sarebbe possibile dare all'allievo alcuni esempi di stalli e viti senza che se lo aspetti, e questo è l'importante: nell'esperienza reale (e non nell'addestramento puro) non ci aspettiamo lo stallo.

Dunque, in sintesi, questo è il cuore di tutto il problema del volo in sicurezza: sotto pressione anche i migliori di noi a volte fanno delle virate sbagliate. Praticamente tutti dimostriamo l'impulso fatale di cercare di tornare subito all'assetto livellato quando una virata si mette male. Nessuno ci ha detto quale sia la rimessa corretta da virate in cui si verifica uno stallo. Abbiamo paura del terreno quando l'aereo stalla a bassa quota; e, peggio ancora, di solito non riconosciamo affatto la vite a bassa quota. Non c'è stato nessun reale avanzamento negli esercizi di addestramento al volo in 25 anni. Non c'è una sola manovra di addestramento al giorno d'oggi che serva veramente contro l'unico fattore che ammazza i piloti.

Solo dopo uno studio imparziale ed un approccio razionale a questo problema sarà possibile insegnare alla gente a volare sugli aerei convenzionali con un ragionevole grado di sicurezza.

Ci sono molte tecniche avanzate nell'arte del volo che un pilota può ben scegliere di trascurare. Il volo "cieco" per esempio: un pilota può semplicemente decidere che non fa per lui, che non vuole comprare gli strumenti necessari, che non vuole spendere il tempo e il denaro per acquisire questa specifica abilitazione, e in ogni caso che non vuole assumersene i rischi. Ancora, la radionavigazione può essere una di queste specializzazioni, o la navigazione con le stelle. Oppure, molto probabilmente, il volo acrobatico: un pilota potrà semplicemente decidere che non ha voglia di volare alla rovescia, e forse sarà stato consigliato bene nel decidere in questo modo.

Tuttavia c'è una fase del volo, che è piuttosto avanzata e che ora è studiata, sotto una denominazione tipo "Controllo rigoroso delle prestazioni in crociera¹", soprattutto da parte dei piloti di aerolinea; e che è in ogni caso importante in modo imprescindibile anche per il privato che vola sul suo aereo leggero: gli effetti di velocità e quota sulle prestazioni dell'aereo. Qualunque volo il pilota faccia, anche se va a spasso, egli volerà sempre ad una *data* velocità e ad una *data* quota, sia che lo scelga consapevolmente sia che la cosa semplicemente capiti; e la sua velocità e la sua quota avranno degli effetti importanti: sulle prestazioni dell'aereo in tutte le manovre, sui consumi, sul tempo che impiega, sul numero di ore che potrà usare il motore prima che sia necessaria una revisione, e a volte anche sulla sua sicurezza. Il pilota che capisce il problema del controllo delle prestazioni avrà un tocco molto più sicuro.

¹ Nel testo originale la denominazione esatta è "Scientific Cruising Control" ossia, alla lettera, Controllo Scientifico in Crociera.

Un teorico e un pratico volavano in mezzo all'oceano. Di colpo scoprirono che avevano poco carburante.

"Accidenti" disse il pratico, "e adesso come faccio?"

"Come", rispose il teorico, "non lo sai? Basta che voli all'angolo in incidenza per cui:

$$[C_D + (1.28a / S)] / C_L$$

è minore!

Neanche a dirlo, andarono a mollo.

Quello che li ha fatti finire così è stato il fatto che teorico e pratico non parlano la stessa lingua. Questo è uno dei punti più deboli nella struttura della nostra aviazione. Esso tiene i piloti a discutere nei bar degli aeroporti sui problemi cui gli ingegneri e i professori hanno dato risposta da 20 anni. Fa sì che i piloti continuino a schiantarsi solo perché non capiscono nemmeno la metà dei loro aeroplani. Peggio ancora, fa sì che l'istruzione sia meno utile di quanto potrebbe essere.

E questo capita perché la maggior parte dei piloti non provano nemmeno a capire alcun principio matematico che governa i fatti di volo. E purtroppo i principi matematici sono pressoché l'unica forma in cui la maggior parte delle informazioni utili è disponibile. Progettisti e professori rendono più complesso il problema con il loro rifiuto a dire in parole semplici ciò che a loro sembra meglio espresso con grafici e formule matematiche. Potremmo pensare che, dopo aver progettato un aeroplano, il progettista vorrebbe fornire all'utente un insieme di comprensibili "istruzioni per l'uso". Ma non è così. Progettista e pilota vivono in due mondi differenti.

Questo è il punto in cui questo libro cerca di essere d'utilità. Esso parte dal presupposto che, se c'è qualcosa di utile da sapere a proposito dell'aeroplano, la maggior parte dei piloti la vogliono sapere. E parte dal presupposto che una teoria del volo approssimata e grezza nella testa del pilota serve di più di una teoria altamente raffinata che rimane solo sulla carta.

COME OTTENERE IL MASSIMO IN MIGLIA PER GALLONE

Benissimo allora, cosa dovrebbe aver fatto il pilota? Dovrebbe aver rallentato, trimmato nuovamente l'aereo, tirato indietro la manetta, e continuato in volo ad assetto cabrato ad una velocità di circa 5 nodi in più rispetto alla planata normale: a quella velocità dovrebbe aver percorso il maggior numero di miglia per gallone di carburante.

Questa sembra una cosa che vale la pena di sapere. Prima o poi, ad ogni pilota capiterà di essere a corto di carburante ancora lontano da casa: in quell'occasione le sue intuizioni gli consiglieranno di accelerare, oppure di mantenere stupida-

mente la velocità di crociera. La sua intuizione sarà sbagliata. Se vuole tornare a casa non può sopperire con l'intuizione, deve *sapere*.

Ma questo non è l'unico fatto riguardante la velocità che bisogna conoscere. Essere a corto di carburante e lontano dalla meta è solo un esempio. Ci sono diversi problemi nella pratica del volo la cui la risposta sta semplicemente in una determinata velocità. E la velocità della planata alla massima efficienza è solo una delle diverse velocità che sono interessanti per il pilota.

Un bel giorno, per esempio, potremo trovarci a corto di carburante, ma potrà verificarsi il fatto che non vogliamo distanza da percorrere, ma solo tempo di volo. Supponiamo, per esempio, di arrivare in un aeroporto non illuminato, e decidiamo di ritardare l'atterraggio finché la luna non sale sopra il ciglio delle montagne¹. Oppure, meno avventurosamente, supponiamo che in un volo per riprese fotografiche vogliamo passare il maggior tempo possibile sul nostro obiettivo, quindi tornare a casa col carburante che resta. Noi desidereremo allora sapere l'esatta velocità a cui l'aereo può rimanere in volo con il minore consumo orario di carburante.

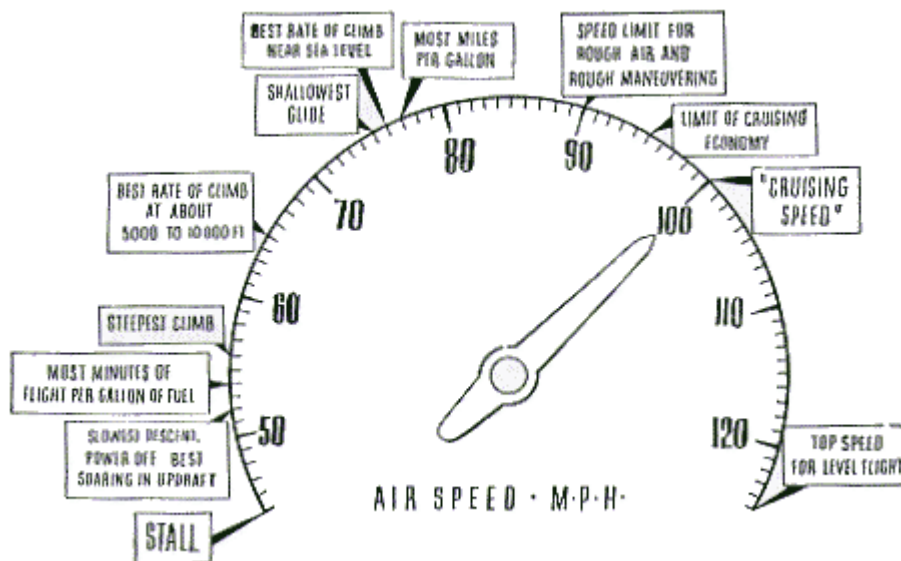
E ancora: vogliamo avere la salita più veloce, ossia il maggior guadagno di quota nel minor tempo: e la risposta è volare ad una data velocità. Altre volte vogliamo la salita più ripida, ossia il maggior guadagno di quota nella minore distanza, e ancora una volta la risposta è una determinata velocità. C'è una determinata velocità che ci consente di coprire la maggior distanza in una planata da una certa quota, come pure c'è una diversa velocità con la quale in una planata da una certa altitudine possiamo rimanere in volo più a lungo nel tempo.

A volte, in aria turbolenta, quando vediamo le ali che si flettono su e giù, ci farà piacere sapere che c'è una determinata velocità che limiterà i possibili sforzi sulla struttura dell'aereo ad un valore cui questo per certo resisterà. A volte avremo fretta, ma dovremmo sapere che c'è una velocità oltre la quale spingere ancora la manetta è solo un inutile spreco di carburante e di durata del motore.

In breve: fra la velocità massima e quella di stallo di un aeroplano c'è una ben definita scala di quelle che potremmo chiamare *velocità di esercizio*, ognuna delle quali è la risposta - la sola risposta corretta - ad un problema della pratica del volo. La cosa è così ben definita come se nell'aereo una scatola ed una leva del cambio, con delle marce ben definite per ogni necessità.

La figura mostra la sequenza secondo la quale queste diverse velocità di esercizio si riscontrano su un aeroplano medio, quando accelera dalla velocità di stallo alla velocità massima.

¹ Certo che per come noi intendiamo la sicurezza del volo, c'è solo da stupirsi che tanti piloti degli anni passati siano riusciti a morire nel loro letto! [N.d.T.]



Le velocità di esercizio di un aereo da 100 miglia all'ora di concezione media. Per aerei più veloci o più lenti, i valori sono diversi, ma le proporzioni sono le stesse. Per aerei di concezione estrema, bombardieri, caccia, aerei destinati a volare a quote stratosferiche, anche le proporzioni sono diverse.

LA VELOCITA' DI MASSIMA AUTONOMIA CHILOMETRICA

Esaminiamo prima di tutte la velocità di massima autonomia chilometrica, perché è ben familiare ad ogni pilota; essa non è altro che quella della planata alla massima efficienza o *planata normale*. Ogni pilota sa che, da una data altitudine, è possibile effettuare la planata più lunga facendo librare l'aeroplano ad una velocità abbastanza sostenuta, senza cercare di tenere il muso troppo in alto. Perché? La risposta è semplicemente che la resistenza di un aeroplano è minore ad una velocità intermedia piuttosto che a velocità elevata o bassa. Così, se fossimo interessati più agli aspetti teorici che ai risultati pratici, potremmo chiamare questa velocità semplicemente la Velocità di Minima Resistenza.

Ecco cosa succede. Se vogliamo con l'aereo troppo veloce, la resistenza parassita, cioè quella della fusoliera, del carrello, del parabrezza, dei tiranti, dei cavi, delle prese d'aria, il rivestimento delle ali e così via, diventa alta in modo proibitivo: essa aumenta col quadrato della velocità, il che è un modo simpatico per dire che la resistenza dell'aria aumenta molto anche se la velocità aumenta solo di poco, finché alla fine in picchiata ad una "velocità terminale" l'aereo non può più accelerare anche se viene puntato diritto in giù (o leggermente invertito all'incidenza di portanza nulla), perché la resistenza eguaglia il peso dell'aereo. Applicato alla planata normale, questo significa che se proviamo a planare troppo rapidi, la resistenza parassita ci obbliga a puntare il muso in basso in modo sproporzionato, sacrificando quota.

Se invece cercassimo di volare a velocità inferiori a quella di massima autonomia chilometrica (planata normale), la resistenza dell'aereo aumenta lo stesso. Perché, oltre alla resistenza parassita, che è un tipo di resistenza che l'aeroplano

ha in comune con le barche, le biciclette, le automobili e i dirigibili, l'aereo è trattenuto anche da una resistenza di tipo del tutto differente, un tipo che appartiene solo all'ala dell'aeroplano e che non si riscontra su veicoli di altro tipo. Questa è la resistenza indotta: la resistenza che l'ala sviluppa per il fatto stesso che esplica un'azione portante. La resistenza indotta è molto elevata quando l'aereo vola lento, nel volo ad assetto estremamente cabrato, con le ali a forte incidenza, con la barra molto indietro. La resistenza indotta cresce rapidamente con l'aumentare della velocità; essa praticamente si annulla nel volo ad alta velocità quando le ali tagliano l'aria a bassissima incidenza e la barra è parecchio in avanti. Per queste ragioni la velocità di massima autonomia chilometrica è una velocità di compromesso, a mezza strada fra una velocità troppo alta in cui le resistenze parassite sono proibitive, ed una velocità troppo bassa dove diventa proibitiva la resistenza indotta.

Ora, vedendo che la velocità di massima autonomia chilometrica è la velocità che nel volo senza motore assicurerebbe la maggior distanza da una certa altitudine, è ragionevole pensare che essa deve essere anche la velocità che nel volo con motore ci assicura la distanza maggiore per ogni pieno di carburante. Dal punto di vista fisico, i due problemi sono simili, perché c'è una scorta di energia da spendere: altitudine nel primo caso, benzina nel secondo. E se la velocità di massima autonomia chilometrica è il modo più conveniente per "spendere" la quota, allora deve essere anche il modo migliore per "spendere" la benzina. Ecco perché il pilota che vola sull'oceano dovrebbe tirare indietro la manetta e procedere alla velocità della planata normale, più qualche nodo: circa un 5 o 10 per cento in più rispetto alla planata normale.

Perché? In planata, quando motore ed elica girano trascinati dal vento, il motore è un elemento di resistenza; nel volo a motore invece spinge. Quindi in planata la resistenza del motore è fra i fattori che rendono consigliabile volare più lenti piuttosto che più veloci. Quando il motore funziona, questo fattore scompare, rendendo così possibile volare un poco più veloci senza dover essere penalizzati. Ma ci sono ancora altre ragioni: quando l'aereo vola troppo lento, il motore non è efficiente; l'elica è progettata per avere la migliore efficienza ad alta velocità, la carburazione potrà non essere perfetta, ed il motore brucerà la miscela con minore efficienza. Così, se vogliamo col motore un po' più veloci di quanto non planiamo senza motore, noi di fatto impieghiamo l'aeroplano ad una velocità meno economica, ma impieghiamo motore ed elica ad una velocità più conveniente, e il risultato finale è un incremento di economicità.

COME FAR DURARE DI PIU' IL CARBURANTE COL VENTO CONTRARIO

E cosa c'è da dire sugli effetti del vento? Venti frontali o in coda influenzano la velocità di massima autonomia chilometrica in modo sorprendentemente modesto. Se cerchiamo di arrivare più lontano possibile con un pieno di benzina, e abbiamo

vento frontale, è conveniente aggiungere qualche nodo. Se abbiamo vento in coda, è conveniente diminuire di qualche nodo la velocità indicata. I calcoli con cui trovare la velocità ottimale sono troppo complessi; in più, essi interessano dati difficili da avere, come, per esempio, l'esatta misura in cui l'efficienza del motore varia al variare della velocità. Ma se proviamo troveremo che *il vento influenza la velocità di massima autonomia chilometrica molto meno di quanto potremmo sospettare.*

Se la velocità di massima autonomia chilometrica in aria ferma è di 75 nodi, questa diventerà di circa 77 nodi con un vento contrario di 10 nodi. Con 20 nodi di vento contro, si mantiene ancora attorno agli 80 nodi. Con lo stesso vento di 20 nodi in coda, la velocità di massima autonomia chilometrica sarà ancora sui 73 nodi! Per farla breve, è quasi meglio dire solo che il vento non ha praticamente alcun effetto sulla velocità di massima autonomia chilometrica. E questo è importante ricordarselo. Perché quando si cerca di fare molta strada, specialmente col vento contrario, se prova sempre l'istinto di volare sempre più veloci. Se vuole tornare a casa col carburante che ha a disposizione, il pilota deve guardarsi dalla tendenza a correggere troppo per il vento contrario, andando così troppo veloce.

LA VELOCITA' DI MASSIMA AUTONOMIA ORARIA

Un aereo si mantiene in volo con il minore apporto di potenza se vola molto lento, ad assetto molto cabrato, con le ali ad elevatissima incidenza. Se fossimo interessati più alle cause che agli effetti, potremmo chiamare questa velocità come di minima potenza richiesta; di fatti la chiamiamo velocità di massima autonomia oraria, perché in questa condizione si verifica il minore consumo orario di carburante. L'aereo non copre la distanza in modo efficiente, infatti è troppo lento, ma raggiunge un'autonomia strabiliante in termini di tempo. Il pilota che aspetta che la nebbia si dissolva col calore del giorno, il pilota di pattuglia o quello di riprese aerofotografiche che vuole sorvolare l'obiettivo più a lungo che può, e anche l'operatore che noleggia l'aereo la domenica pomeriggio in funzione dei minuti e non della distanza percorsa, tutta questa gente dovrebbe essere interessata a questa velocità. (Su certi aerei, il raffreddamento del motore non è molto efficiente in questa condizione, e da un altro punto di vista, inoltre, il motore potrà non gradire questa bassa velocità, ma questo ordine di ragionamenti sono, naturalmente, tutt'altra questione).

Senza motore, la cosa continua in qualche modo ad essere vera, salvo il fatto che l'aereo dovrà volare ancora più lento. Un aereo il planata librata farà la *discesa più lenta* se plana con velocità estremamente lenta, nel caso sia un aereo con grande apertura alare, come un aliante, vicina allo stallo. In questa condizione non eseguirà una planata lunga, lunga in termini di distanza; al contrario, l'angolo di planata sarà piuttosto ripido. Ma farà una planata lunga in termini di tempo: resterà in aria più a lungo che se planasse a qualsiasi altra

velocità. Quindi anche in planata questa è la velocità di massima autonomia oraria.

I piloti di aliante conoscono bene quest'andatura, e ne fanno un uso costante per la sua caratteristica di assicurare una discesa più lenta. Un aliante mantiene o guadagna quota, planando lentamente all'interno di una massa d'aria in salita: quando l'aliante viene portato in volo in una massa d'aria ascendente, le sue prestazioni di volo dipendono non più dall'angolo di planata, ma totalmente dal rateo di caduta; per questa ragione i piloti di aliante effettuano la maggior parte delle loro manovre, comprese le spirali a forte inclinazione laterale, ad una velocità prossima a quella di stallo.

Il pilota di un aereo a motore utilizza la stessa planata tutte le volte che rallenta in avvicinamento al fine di rendere più ripida la traiettoria di discesa. Ciò che rende possibile accentuare la discesa in questo modo sono in realtà due effetti: il primo, che la traiettoria di discesa è necessariamente più ripida per il fatto che l'aereo si allontana dalla velocità di massima autonomia chilometrica; il secondo, che la lentezza di una discesa fatta ad assetto così cabrato allunga il tempo necessario per arrivare a terra, quindi dà al vento più tempo per sospingerci indietro. Quando si plana con un vento contrario di 20 nodi, il prolungare la planata di solo 10 secondi farà sì che, solo per questo fatto, arriveremo a terra quasi cento metri prima!

Forse l'uso più significativo della planata alla velocità di discesa minima (o di massima autonomia oraria) si ricollega agli atterraggi di emergenza. Forse non si dovrebbe neppure iniziare ad esaminare l'argomento senza prima richiamare ancora una volta l'attenzione di ogni pilota inesperto che potrà leggere queste pagine: il rischio maggiore in un atterraggio forzato non sta nell'andare a sbattere contro piccoli ostacoli, come una recinzione o un fosso, danneggiando così l'aereo; il pericolo vero sta nella tendenza ad usare troppo i comandi nel tentativo di eseguire un atterraggio perfetto, dato che così facendo si può arrivare alla vite, quindi ad un incidente mortale. Con questa premessa ben chiara, poniamoci ora la questione: supponiamo di essere molto lenti, senza motore, e di voler fare una virata di 180 gradi con la perdita di quota minore possibile, magari allo scopo di orientare l'aereo contro vento per l'atterraggio: come fare? Buttare giù il muso e inclinarlo fortemente di lato? Sostenere il muso e inclinarlo solo un poco? Dare piede e derapare?

Si può dimostrare che l'aereo si gira con la minor perdita di quota se viene fatto volare alla velocità di massima autonomia oraria (ossia vicino alla velocità di stallo) con un'inclinazione di 45 gradi. (Nel provare a far così bisogna ricordarsi che, in una virata con bank di 45 gradi, la velocità di stallo di qualsiasi aereo è superiore di un buon 20 per cento rispetto alla velocità di stallo in volo rettilineo e livellato; e che la velocità di massima autonomia oraria, o di più lenta discesa, aumenta proporzionalmente.)

Per certi aspetti, la velocità di massima autonomia oraria è la più sconcertante di tutte le velocità dell'aeroplano. In rapporto a questa emergono diversi problemi.

Prima di tutto: perché esiste quella differenza fra le condizioni con o senza il motore? Perché capita che, col motore, conviene volare un po' più veloci che senza motore? La risposta è la stessa che è stata data circa la differenza fra le condizioni con o senza motore nel caso della velocità di massima autonomia chilometrica: è vero che, alla velocità leggermente maggiore del volo con motore, l'aeroplano stesso (ali e fusoliera) lavora in condizioni leggermente meno favorevoli; ma il complesso propulsore (motore ed elica) lavora in condizioni migliori e brucia il carburante con maggiore efficienza; quindi c'è un guadagno complessivo di efficienza volando un po' più veloci col motore.

L'altra domanda è: come può essere vero che l'aeroplano richiede meno potenza quando vola così vicino allo stallo, quando tutti sanno che un aereo in questa condizione di volo così lento sviluppa un'altissima resistenza, e che un aereo ha la minore resistenza quando vola a velocità intermedia, all'incirca a metà strada fra velocità di stallo e velocità di crociera?

Forse la risposta più semplice è: benone, allora vai e provaci. Se uno prova, scoprirà che è così: a velocità vicina a quella di stallo, si può mantenere il volo livellato ad un regime di giri che è un po' più della metà di quello di crociera. Se ci si avvicina troppo allo stallo, si scoprirà che c'è bisogno di maggior potenza per poter mantenere la quota. Se, d'altra parte, si butta giù il muso e si cerca di volare più veloci, di nuovo ci sarà bisogno di maggiore potenza per mantenere la quota.

POTENZA E FORZA

La domanda però richiede una vera risposta. Il garbuglio si risolve nel momento in cui torniamo alla fisica elementare e ci ricordiamo della differenza fra potenza e forza. Nel linguaggio di tutti i giorni, noi usiamo le due parole più o meno come se significassero la stessa cosa; ma non è così. La "forza", potremmo dire, è il "tirare". Il modo migliore per esprimerla è in chilogrammi. La resistenza di un aeroplano è una forza, e così pure la trazione dell'elica. La "potenza" è una cosa più complicata: essa è la capacità di esercitare una forza per una certa distanza per un certo tempo, o, in altre parole, di esercitare una trazione di un certo numero di chilogrammi ad una velocità di tanti chilometri all'ora. Qualsiasi bambino, per esempio, può tirare un'automobile che si è piantata nel fango, se gli diamo un argano adatto; egli eserciterà la sua debole forza per un tempo lungo, e l'automobile verrà fuori pian piano dal fango. Ma occorre una schiera di uomini robusti per fare lo stesso lavoro in fretta. Quello che fa girare il motore dell'aeroplano, quello che noi regoliamo con la manetta, è la potenza.

È quindi perfettamente vero che, nel volo lento, essendo elevata la resistenza dell'aeroplano, l'elica deve esercitare una forte trazione; ma essa esercita quella trazione ad un ritmo così lento che il volo in realtà richiede meno potenza; un po' come noi potremmo trovare meno faticoso camminare in salita su una montagna portando con noi un peso, piuttosto che correre su per lo stesso pendio senza portarci dietro niente.

Ed infine un'altra domanda che viene sempre posta: capisco - dice qualcuno - come tutto questo si applichi al volo quando il motore fornisce potenza; ma qual'è il legame fra tutto questo e la planata? Ci sono due modo di rispondere a questa domanda. Il primo è teorico: dal punto di vista fisico, i due problemi, quello della planata senza motore e quello del volo livellato a motore, sono identici. In ciascun caso, c'è un serbatoio di energia potenziale: l'altitudine in un caso, il carburante nell'altro. In ogni caso, il problema è quello di spendere l'energia nel modo più misurato possibile. Bruciare benzina o scendere da una certa quota: sono solo due modi diversi di impiegare la potenza. Se ad una certa velocità ed incidenza è necessaria la minima quantità dell'una per mantenere il volo livellato, allora la stessa velocità ed incidenza deve richiedere la minore potenza anche in planata.

Ma probabilmente un'altra risposta significherà di più per il pilota: basta che guardiamo le due traiettorie di volo: quella relativa alla planata e quella della planata lenta, quindi guardiamo le velocità con cui l'aereo percorre le due traiettorie. Il pilota che plana lentamente otterrà una traiettoria molto ripida, ma proprio per questo suo lento procedere lungo la traiettoria stessa sarà ancora in aria quando quello che plana veloce, con la sua traiettoria più dolce, sarà già per terra.

LA VELOCITA' DI MANOVRA

La velocità di manovra è quella velocità, a dire il vero piuttosto lenta, che garantisce l'integrità strutturale delle ali in aria turbolenta o durante le manovre acrobatiche. Quando un aereo vola in un'ascendenza, riceve uno scossone verso l'alto che è percepito dagli occupanti come un sobbalzo. Quando un aereo esegue una manovra brusca, come una virata stretta, o la richiamata alla conclusione di un looping, un tonneau, o la richiamata dopo una picchiata, esso è sottoposto alla forza centrifuga che gli occupanti percepiscono come un senso di pesantezza spesso chiamato carico "g". In ogni caso le ali sono sottoposte a sforzo. Ogni allievo conosce quel senso di pesantezza. Ma è importante per lui capire che esattamente allo stesso modo in cui egli si sente pesante, allo stesso modo anche tutto l'aereo diventa in realtà pesante, che sotto l'effetto di sobbalzi e forza centrifuga l'aereo sforza moltissimo sulle ali. Un sobbalzo violento o una manovra brusca aggiungono peso che le ali debbono normalmente supportare, esattamente come se un pesante sovraccarico di sacchetti di sabbia fosse stato di colpo caricato sull'aereo.

Il concetto della velocità di manovra è semplicemente questo: volare così lentamente che, quando l'aereo comincia a pesare troppo sulle ali, le ali non cercheranno di sostenere quel peso supplementare, ma piuttosto andranno in stallo, sgravandosi così dal carico.

Sulla maggior parte degli aerei, la velocità di manovra è convenzionalmente posta al doppio della velocità di stallo in volo rettilineo e livellato. Volando a quella velocità, sappiamo che, se l'aereo dovesse pesare sulle sue ali più del quadruplo del suo peso normale, le ali stallerebbero.

Molti aerei leggeri sono costruiti per resistere strutturalmente a un carico di gravità di 6 "g"; le ali cioè sono 6 volte più resistenti di quanto basterebbe per il volo con carico normale in aria ferma. Quindi possiamo volare al doppio della velocità normale di stallo, sapendo che *le ali stalleranno piuttosto che rompersi*.

Se uno ha una qualche ragione per sospettare che la struttura del suo aereo sia stata indebolita, può, naturalmente, regolare la velocità di manovra ad un valore più basso. Se si vola pochi nodi sopra la velocità di stallo, gli sforzi sulla struttura dell'aereo non possono in nessun caso essere superiori di molto a quelli tipici del volo del volo rettilineo in aria ferma, indipendentemente da quanta turbolenza ci possa essere, o da quanto bruscamente possiamo manovrare. Se, al contrario, voliamo al triplo della velocità di stallo, il che corrisponde all'incirca alla velocità massima su molti aeroplani, e finiamo in aria molto turbolenta oppure cominciamo a strattone i comandi, la struttura può rompersi. Perché, a quella velocità, le ali non stalleranno finché il peso che debbono sopportare non diventerà nove volte quello normale. E, dato che la struttura è costruita per sopportare solo il sestuplo del peso normale, *le ali si romperanno invece di stallare*.

Questa è una cosa importante da tenere a mente. Volando vicini alla velocità massima in aria estremamente turbolenta (come nei temporali), un aereo medio può benissimo collassare; bisognerebbe quindi rallentare e certamente dovrebbe essere posta grandissima cura perché non prenda una velocità eccessiva scendendo. Volando alla velocità massima, anche in aria tranquilla, il pilota può benissimo strappare via le ali dell'aereo semplicemente tirando indietro la barra con violenza. Egli deve maneggiare la barra con precauzione, e la cosa è importante soprattutto se dovesse trovarsi in picchiata a bassa quota, perché in quella situazione egli sarà naturalmente nervoso, quindi brusco nei movimenti. E un miscuglio micidiale si verifica con aria turbolenta che colpisce l'aereo quando questo è impegnato in manovre ad alta velocità, che comportano quindi elevati sforzi sulla struttura². Morale: se volete pilotare in modo brusco, rallentate al doppio della velocità di stallo o anche meno.

² Gli aerei militari, e particolarmente gli addestratori, sono costruiti con fattori di carico molto maggiori di 6. Se uno vola su un addestratore militare, può grossomodo dimenticarsi della struttura.

IL LIMITE DELLA CROCIERA ECONOMICA

La velocità marcata come "limite della crociera economica" è quella oltre la quale non conviene spingere l'aeroplano. In senso stretto, questa naturalmente è una valutazione che gli ingegneri aeronautici non possono fare. Che sia economico o meno usare un mucchio di carburante in più e di vita del motore per ottenere un piccolissimo aumento di velocità dipende esclusivamente da quando vale il nostro tempo ... per noi. In gara, per esempio, o in combattimento, un solo nodo può fare la differenza. Ma il progettista può evidenziare che da questo limite di economia in su, spingere ancora la manetta pagherà un profitto bassissimo in termini di velocità. Quanto poco renda lo si può vedere meglio con due esempi. Se potessimo raddoppiare la potenza di un aereo che ha una velocità massima di 100 nodi (raddoppiarla senza aggiungere peso o volume), la velocità massima dell'aereo arriverebbe solo a 126 nodi! Se volessimo raddoppiare la velocità massima di un aereo che ha una potenza massima di 65 cavalli, dovremmo metter su un motore da 520 cavalli!

ANCORA UN PO' DI FISICA

La legge fisica che c'è dietro questi fatti è facile da capire. Spingendo un oggetto dentro un fluido, la resistenza aumenta col quadrato della velocità; ma la potenza necessaria aumenta col cubo della velocità. Questo è vero per le barche, per le biciclette, per le automobili, per i dirigibili, e per il volo ad elevate velocità è vero anche per gli aeroplani. Il modo migliore per sperimentare di persona la legge del cubo è con la bicicletta. Proviamo a pedalare un po' più veloci. Noteremo che dobbiamo spingere sui pedali con molta più energia. È la resistenza dell'aria sul nostro corpo, che aumenta col quadrato della velocità. A questo punto potremmo pensare: "benone, ho abbastanza muscoli per andare ancora più forte, se volessi". Ma un minuto più tardi, capiremmo che non solo stiamo spingendo molto di più sui pedali, ma che dobbiamo evidentemente produrre questo maggiore sforzo molte più volte al minuto: è l'effetto della legge del cubo che rende la richiesta di energia così elevata; e ben presto ci rendiamo conto che non abbiamo forza abbastanza per mantenere quella velocità.

Nel caso di un aereo che vola a velocità lenta o intermedia, la legge del cubo è mitigata in qualche maniera dalla resistenza indotta, quella che l'aereo sviluppa per il fatto steso che sviluppa portanza. Questo tipo di resistenza, che è tipico dell'aeroplano e non si riscontra su veicoli di altro tipo, è estremamente alta quando l'aereo vola lento, e decresce rapidamente quando l'aereo accelera. All'incirca alla velocità di crociera, essa diventa trascurabile. Questo significa che, quando un pilota vola col suo aereo a velocità molto bassa, e a questo punto cerca di volare un po' più veloce, egli di fatto diminuisce la quantità complessiva di resistenza dell'aereo! E per quanto riguarda il fabbisogno di potenza, egli non deve pagare per intero per la legge del cubo: dato che la resistenza

non aumenta del tutto in ragione del quadrato della velocità, il fabbisogno di potenza non aumenta in ragione del cubo della velocità stessa. Ma quando il pilota vola già a velocità prossima a quella massima, in cui la resistenza indotta è praticamente scomparsa, e la resistenza parassita è l'unica forma significativa di attrito, e a questo punto egli cerca di volare ancora un po' più veloce, deve pagare in pieno gli effetti della legge del cubo.

LA VELOCITA' DI SALITA RAPIDA

Il rateo di salita di un aereo dipende dal surplus di potenza, cioè dalla differenza fra la quantità di potenza che è necessaria solo per sostenerlo in volo, e la quantità di potenza che il complesso motore - elica di fatto erogano. La velocità che ci lascerà il maggior eccesso in termini di potenza ci assicurerà anche il miglior rateo di salita.

Se ci pensiamo su un poco, arriveremo alla conclusione che il rateo di salita dell'aeroplano sarà migliore se viene portato a tutta manetta, alla velocità di massima autonomia oraria, ossia solo pochi nodi più veloce rispetto alla velocità di stallo, perché, come abbiamo visto, quella velocità è anche quella che richiede la minore potenza. Ma, come sa bene ogni pilota, l'aereo non si comporta in quella maniera: non sale più velocemente se lo tiriamo su troppo ripido. La ragione per cui non lo fa è che, a velocità di volo così basse, il motore non sviluppa tutta la sua potenza. Anche se la manetta è tutta aperta, il motore è handicappato perché non può girare a pieno regime, e l'elica è pure inefficiente perché le pale sono concepite per lavorare alla massima efficienza a velocità vicine a quella di crociera. Così, quando voliamo a velocità molto basse, è vero che abbiamo bisogno di potenze ridottissime per sostenerci in volo. Ma nello stesso tempo anche la resa in termini di potenza è ridotta, sicché il margine di potenza disponibile in eccesso non è gran ché.

Come l'aereo accelera da velocità vicine a quelle di stallo a velocità intermedie, la richiesta di potenza aumenta, come abbiamo visto, perché, anche se la resistenza diminuisce, la maggior velocità in sé stessa rappresenta la necessità di ulteriore potenza. Ma la potenza fornita dal motore a tutta manetta aumenta anche di più, perché il motore gira più veloce e l'elica morde meglio l'aria. Il risultato è che la maggior parte degli aeroplani salgono più veloci quando volano un po' più rapidi, più o meno alla stessa velocità a cui effettuano la planata più dolce³.

Di tutte le velocità di esercizio dell'aeroplano, questa è la più difficile da fissare sulla scala delle velocità: troppo dipende dalle esatte caratteristiche del complesso propulsore: giri, passo e diametro dell'elica e così via. Generalmente si ritiene che sulla maggior parte degli aeroplani la velocità di salita rapida è di poco più lenta di quella di massima autonomia chilometrica, e così è stato indicato nella nostra figura.

³ Più o meno alla velocità di massima efficienza [N.d.T.]

Ma l'aeroplano non è molto sensibile alle variazioni di velocità per ciò che riguarda il rateo di salita. Volando 10 nodi più veloci o più lenti rispetto alla velocità di salita rapida, avremo ancora più o meno lo stesso rateo di salita. Nella pratica, il pilota dovrebbe sempre considerare come primaria una maggiore velocità indicata. Un flusso d'aria più veloce significherà migliore raffreddamento del motore. Il più elevato regime di rotazione del motore vorrà dire minore tendenza alla detonazione o a battere in testa.

LA VELOCITA' DI SALITA RIPIDA

Un problema interessante è quello della salita ripida. Decollando da un campo con ostacoli, e forse in una paio di altre situazioni, al pilota interessa meno il reale rateo di salita, in piedi al minuto, quanto piuttosto il suo *angolo* di salita: quanti piedi di altitudine avrà quando arriva al bordo del campo. Ci vorrebbero troppe parole per illustrare qui il ragionamento col quale viene calcolata questa velocità; ci basterà assumere come un fatto reale quello che l'aeroplano salirà nel modo più ripido se, con la manetta tutta aperta, il muso verrà puntato ben in alto, e si lascerà che la velocità si riduca a valori relativamente bassi.

Questa è quella che potremmo chiamare un'*idea pericolosa*: essa sembrerebbe implicare che, dopo il decollo, il pilota dovrebbe eseguire la salita iniziale lento e molto cabrato. Di fatto, non si dice che *dovrebbe*. Nel volo di tutti i giorni, raramente è necessario utilizzare la salita più ripida possibile; e il solo pensiero dell'usura del motore dovrebbe trattene- re il pilota dal salire ripido senza che ce ne sia veramente bisogno; d'altra parte bisogna anche tenere conto del fatto che vogliamo un margine di sicurezza in caso di piantata motore o di discendenze.

Potrebbe essere meglio che il pilota inesperto non conoscesse questa problematica per niente. Perché essa è soprattutto importante in emergenza, come pure quando si deve salire sopra degli ostacoli; ed in questo tipo di emergenza il pericolo in ogni caso maggiore è che il pilota inesperto tiri disperatamente indietro la barra e che finisca per stallare ed andare in vite.

Ma il pilota esperto che può confidare nella razionalità delle sue reazioni dovrebbe conoscere questa problematica e farne buon uso. Un certo tipo di aerei leggeri che sono reputati sottopotenziati e pigri in decollo sono un esempio. Il vero problema con questi aerei è solo che il pilota ha paura, subito dopo il decollo, di tirare indietro e di tenere su il muso come dovrebbe essere tenuto su, e come esso può essere tenuto su, in quel particolare tipo di aereo, in tutta sicurezza.

Il volo lento effettivamente aggiunge un fattore di rischio. Ma d'altra parte, se una salita più ripida ci distanzierà da un ostacolo con un maggior margine, allora questa è in sé un elemento di sicurezza.

COSA SIGNIFICA "IL MIO AEREO"?

Un pilota potrebbe stare a ragionare se tutto questo sia applicabile al suo aereo. Probabilmente lo è. Se il suo aereo ha un'apertura alare insolitamente ampia, dovrebbe essere insolitamente efficiente nel volo lento, e le velocità più proficue per la massima autonomia sia oraria che chilometrica, come pure quella del migliore rateo di salita dovrebbero tendere al lento. Sarà conveniente allora volare con esso molto lenti.

Se il suo aereo ha ali corte, sarà inefficiente nel volo lento, e le velocità più efficienti tenderanno ad essere elevate. Sarà conveniente volare un po' più veloci piuttosto che un po' più lenti.

Se un aereo è irto di tiranti, cavi, parti del motore che sporgono e ampi abitacoli, sarà inefficiente nel volo veloce, e di nuovo le migliori velocità si posizioneranno verso il lento, e soprattutto il limite della crociera economica. Se è invece molto pulito aerodinamicamente, il pilota dovrebbe favorire dei numeri più alti sull'anemometro.

Un elica a passo variabile, o magari un'elica da idrovolante, o altrimenti un elica con poco passo renderà il propulsore molto efficiente alle basse velocità, e posizioneranno l'arco delle velocità di esercizio un po' più in basso; un'elica piccola e che gira veloce renderà il propulsore più efficiente alle alte velocità, e tutte le andature basate sulla potenza del motore si posizioneranno verso l'alto, specialmente le velocità (a motore) di maggiore autonomia chilometrica e oraria.

Quando l'aereo è sovraccarico, tutte le velocità sono più elevate; quando è leggero, sono tutte più basse. Durante un lungo volo, per esempio, la velocità di massima autonomia chilometrica si abbassa man mano che bruciamo carburante. Solo la velocità di manovra è meglio che rimanga fissa al doppio della velocità di stallo al peso normale dell'aereo; e ricordate: andateci piano!

C'è l'oro su quelle montagne - ma bisogna arrivarci in cima per averlo. Le montagne (che significano le quote più alte): 5.000, 10.000, 20.000 piedi, a seconda della grandezza e della potenza del nostro aeroplano. Ogni pilota sa che i grossi aerei sovralimentati, i *liner* che volano nella stratosfera, le forze volanti ed aerei del genere, guadagnano in velocità ed efficienza volando alti. Ma molti piloti non sanno esattamente a cosa questo guadagno di efficienza sia dovuto. E molti piloti non sanno che anche il piccolo aereo non sovralimentato diventa più efficiente alle alte quote. In effetti la credenza popolare è che il piccolo aereo normale, con la sua elica a passo fisso e il suo motorino scoppiettante, vada meglio vicino a terra.

Questo è vero solo sotto certi punti di vista. È vero che la velocità di un piccolo aereo standard è maggiore al livello del mare; il rateo di salita è migliore, atterra in meno spazio, e meno gliene occorre per decollare. Ma la voce più importante della tabella delle prestazioni, la normale velocità di crociera, non è migliore al livello del mare: per ciò che riguarda la crociera, l'altitudine rende qualsiasi aereo più efficiente. Le compagnie di trasporto aereo lo hanno scoperto da un bel pezzo, ed hanno investito da molto tempo nel controllo scientifico della quota e della potenza in crociera. Ora è giunto il tempo che anche il pilota "non di linea" intenda gli aspetti economici, per così dire, del volo ad alta quota.

Non è una cosa semplice. Forse è più facile da capire se poniamo prima di tutto, senza addentrarci nelle motivazioni, il fatto di come un aereo si comporti diversamente a 10,000 piedi rispetto a come si comporta al livello del mare. Prendiamo un normale aereo con il motore normalmente aspirato e l'elica a passo fisso. Diciamo che al livello del mare vada in crociera esattamente a 100 nodi, con un consumo di 5 galloni all'ora, in modo che in aria ferma faccia 20 miglia per gallone. Mettiamo che la sua autonomia sia di 4 ore.

In questo aereo ci troviamo a 400 miglia da casa, mentre ci rimangono 5 ore di luce. Conosciamo la situazione: quanto spesso le cose si mettano proprio così, e quanto sia seccante. Vorremmo avere o un aereo più veloce oppure uno con maggiore autonomia. L'una o l'altra cosa basterebbe. Stando le cose come stanno, dovremo fare un atterraggio intermedio. Ci vorrà un'ora, e se il servizio è lento come al solito, non ci sarà luce abbastanza per tornare a casa: dovremo passare la notte fuori.

Benissimo, dice l'ingegnere, prendi una matita e fai un segno in corrispondenza della posizione della manetta per la crociera al livello del mare. Ora andiamo in su, smagrendo la miscela man mano che saliamo. Ed ora, con la manetta nella stessa posizione con cui andavamo in crociera al livello del mare, cerchiamo di volare livellati a 10.000 piedi.

La velocità indicata ora segna circa 79 nodi, e la cosa non sembra entusiasmante. L'aereo vola col muso leggermente in

su, leggermente cabrato, e ad ogni pilota assennato la cosa non piace. Il motore ha perso un 150 giri. Il tutto sembra sbagliato, ha la faccia di una cosa sbagliata, e puzza di cosa sbagliata.

QUALCOSA IN CAMBIO DI NIENTE

Ma invece tutta la faccenda è straordinariamente giusta. Se ci pensiamo su un poco, scopriamo che praticamente tutto è a nostro favore. I 79 nodi indicati dall'anemometro sono, in realtà, a questa quota, 93; non abbiamo perso tanta velocità. E il consumo orario a questa quota, con questa regolazione di potenza e giri, e la miscela correttamente smagrita, è solo un po' più di 3 galloni, invece di 5! Questo significa che stiamo facendo 30 miglia per gallone, invece che 20! Significa che, invece di 4 ore, possiamo stare in aria per 5 ore e mezza! Significa che invece di fare 400 miglia fino all'ultima goccia di benzina, la nostra autonomia in aria ferma è di 510 miglia! Significa che possiamo arrivare a casa in una tappa di 4 ore e un quarto, arrivando con una riserva di 40 minuti di luce e di più di un'ora di carburante!

Ecco cosa ci dà l'alta quota: qualcosa in cambio di niente. Questo esempio semplificato non tiene in considerazione gli effetti del vento, e trascura anche alcuni fattori sfavorevoli, come la salita in quota, e che ci sentiremo soli e ci sentiremo rabbrivire così in alto, e che la terra sembrerà del tutto immobile, e che ci annoieremo. Ma dimostra che l'aeroplano diventa più efficiente ad alta quota.

In questo caso, noi riceviamo i benefici di questa aumentata efficienza non sotto forma di velocità di crociera, ma, sacrificando un po' di velocità, sotto forma di raggio operativo ed autonomia, quindi in termini di velocità di spostamento reale. Potremmo incassare gli stessi benefici sotto differenti forme. Per esempio, potremmo volare in modo che l'anemometro segni 85 nodi, avanzando un poco la manetta rispetto alla posizione della crociera a livello del mare. La nostra velocità sarebbe allora di 100 nodi, esattamente come a livello del mare, e ancora risparmierebbe carburante, allungando il nostro raggio di 400 miglia di circa 50 miglia, così potremmo avere capra e cavoli! Oppure, potremmo scegliere di volare a tutta manetta, facendo girare il motore un po' di più che in crociera a livello del mare, ma ad una velocità indicata di 93 nodi, che a quella quota significano una velocità vera di 110 nodi! In questo caso il risparmio di carburante sarebbe irrisorio, ma risparmierebbe tempo; e, anche se faremo girare il motore piuttosto imballato, la cosa non sarebbe così grave in quota, perché la pressione di alimentazione sarebbe bassa e in realtà il motore non erogherebbe troppa potenza.

Così noi possiamo prenderci il nostro regalo gratis nella forma che più ci piace. La più efficiente è la prima: lasciare la manetta nella solita posizione, fare un piccolo sacrificio in termini di velocità, e guadagnare enormemente in autonomia; perché nei voli privati, senza personale di terra che sta ad aspettare per servirci, è sempre l'autonomia, piuttosto che po-

chi nodi in più, che determina la nostra reale velocità di spostamento: quello che rallenta veramente i nostri piccoli aerei è il tempo sprecato a terra.

Questa enfasi sull'economia di carburante può in qualche modo suggerire che il volo efficiente ad alta quota finisca sempre per identificarsi con quelle disperate avventure all'ultima goccia di benzina che fanno ragionare il pilota su cosa lo farà andar giù per primo: il cedimento del motore o un infarto. Naturalmente, il senso non è questo. Un pilota può pianificare di avere una riserva di un'ora all'arrivo, o anche di due ore; ma sarà sempre interessato a far più strada possibile con un pieno, non per i soldi che risparmia, ma per le perdite di tempo che elimina. Naturalmente un pilota non affronterà un volo simile senza prima controllare con delle prove pratiche i consumi alle diverse quote. Ovviamente gli serve un buon indicatore del carburante, o ancora meglio un serbatoio di riserva. Ma tutti gli aerei in ogni caso ne hanno bisogno, e quelli che non hanno una riserva di carburante la dovrebbero avere. Ovviamente inoltre, se l'aereo ha un carburatore senza possibilità di regolazione della miscela, tutto il discorso non serve: volare alti senza smagrire la miscela significa solo disperdere benzina per aria. Un aereo a iniezione smagrisce la miscela senza azione a parte del pilota.

Un pilota non deve necessariamente capire la logica della teoria che c'è dietro tutto questo. Può scegliere di crederci e basta. Ciò che interessa primariamente al pilota non è il perché un aereo si comporta come si comporta, ma come usare al meglio questo suo comportamento per volare efficientemente.

PIANIFICAZIONE PRATICA

A meno di non avere un aereo velocissimo, la scelta della quota dipende dal vento. La velocità vera cala leggermente con l'aumentare della quota, come abbiamo visto, ed è l'economia di carburante a migliorare. Ma c'è una regola in aviazione che dice che, col vento frontale, si dovrebbe volare veloci. Se il vento contrario è forte, si dovrebbe volare veloci quasi ad ogni costo in termini di economia di carburante. Perché con forte vento contrario, potremmo trovarci in casi estremi con una velocità rispetto al suolo praticamente nulla, ed in questo caso l'economia di carburante di cui parliamo non avrebbe senso: consumeremmo tutto il carburante senza arrivare da nessuna parte. Questo significa che, col vento contrario, l'effetto dell'alta quota è inutile per il piccolo aereo normalmente aspirato. In più, di solito il vento aumenta con la quota. Questo dà forza alla teoria che, con vento contrario, non paga volare alti.

Senza vento, o con vento in coda, è vero il contrario: volare alti conviene il doppio. L'autonomia aumenta con l'aumentare della quota; e c'è una regola nella navigazione che dice che, quando si vola con vento in coda, alla lunga si guadagna di più a volare lenti, in economia, lasciando che sia il vento a spingere. In più, il vento in coda sarà più forte più in alto. E questo dà forza alla teoria che, col vento in coda,

si dovrebbe salire, smagrire la miscela, saltare un atterraggio intermedio che sarebbe altrimenti necessario, e quindi alla fine impiegare meno tempo.

COME RIPRENDERSI I SOLDI

C'è però la salita da considerare. Essa richiede, naturalmente, un bel po' di potenza in più, ossia di benzina. Questo potrebbe sembrare uno spreco, ma per la maggior parte non è detto che lo sia. Lo spreco nella salita sta nel fatto che l'elica diventa meno efficiente in salita, e consuma molta energia (che vuol dire benzina) a rimescolare inutilmente l'aria. Pertanto la salita sarà più economica se viene eseguita dolcemente, gradualmente, quasi a potenza di crociera, e con l'anemometro che segna qualche nodo in più della velocità della massima efficienza.

A parte lo spreco dovuto all'inefficienza dell'elica, il sovrappiù di consumo di carburante durante la salita non è uno spreco. Esso viene semplicemente trasformato in quota invece che in distanza; alla fine, durante la discesa, la quota potrà essere a sua volta convertita in distanza. Per riuscirci, l'aeroplano deve essere condotto in condizioni di massima efficienza durante la discesa. La tentazione è sempre quella di lasciare la manetta com'è, aggiustare il trim e picchiare leggermente, convertendo la quota in una velocità che soddisfa l'orgoglio e "tono" dei comandi. Ma la velocità oltre un certo limite è sempre uno spreco in aeroplano. In qualsiasi momento, che sia in salita, in volo livellato o in discesa; che sia ad alta o a bassa quota, quando l'anemometro segna più di qualche nodo oltre la velocità di massima efficienza, noi stiamo buttando via energia, stiamo riducendo le miglia fatte per ogni gallone. Per il migliore rapporto miglia/galloni, la discesa dovrebbe essere fatta con l'anemometro che segna al massimo 5 nodi più della velocità di planata normale (di massima efficienza), e la manetta dovrebbe essere tirata indietro in proporzione. Nel nostro aeroplano ipotetico da 100 nodi, una efficiente lenta discesa da 10.000 piedi, con l'anemometro che segna 80 nodi, confrontata con un'inefficiente leggera picchiata a 115 nodi, prolungherebbe l'autonomia di circa 50 miglia!

Di quanto un aereo possa avvantaggiarsi dell'effetto dell'alta quota dipende anche dai suoi serbatoi, quante ore di carburante riesce a trasportare. Se abbiamo uno di quegli invidiabili aggeggi da 8 ore, avremo tutta l'autonomia che ci serve per volare praticamente su tutti i paesi civilizzati; e poiché gli aeroplani non turbocompressi guadagnano più in autonomia che in velocità, non saremo poi così interessati al volo ad alta quota.

Se abbiamo il solito serbatoio da 3 ore dell'aereo leggero standard, potrà succedere che non riusciamo ad avvantaggiarci del volo ad alta quota. A tutta prima, in linea teorica, potremmo guadagnare volando alti. In teoria pura e semplice, il modo di condurre un aereo leggero del genere sarebbe salire a 10.000 piedi, impiegando circa un'ora per la salita e mantenendo l'anemometro leggermente al di sopra della velocità di pla-

nata normale. Poi voleremmo in crociera per un breve tratto, sempre con l'anemometro leggermente al di sopra della velocità di planata normale, e scenderemmo sempre alla stessa velocità, impiegando circa un'ora per la discesa. Ma l'inefficienza dell'elica in salita probabilmente spreca più energia di quanta possa recuperarne la nostra breve permanenza in quota. Questo sistema non sarebbe conveniente a meno che l'aereo non fosse caricato molto poco.

Chi è veramente interessato all'economia che si realizza con l'alta quota è chi possiede il solito serbatoio da 4 o 5 ore. Egli ha autonomia a sufficienza per rimanere in quota abbastanza a lungo per trarre vantaggio dagli effetti positivi connessi. Nello stesso tempo la sua autonomia è così scarsa che sarà ben contento per ogni sua estensione.

A QUALE QUOTA?

Ed infine, la corretta scelta della quota è importante. Il livello più efficiente dipende da come è fatto l'aeroplano e anche da quanto è caricato. Per la maggior parte degli aeroplani, la quota ottimale dovrebbe trovarsi a circa i due terzi della tangenza massima. Ma c'è un sistema semplice per scoprire dove esattamente è. Sappiamo quanto segna quel particolare anemometro durante la planata normale (con tutti i suoi errori, per quanto strambi). Aggiungiamo 5 nodi circa: quella è la velocità di massima autonomia chilometrica, con motore: la condizione di volo alla quale l'aereo coprirà il maggior numero di miglia per gallone. E *quello* è il valore che dovrà segnare l'anemometro. Se per un determinata regolazione della manetta, l'anemometro in volo livellato segna di più, non siamo ancora alla quota ottimale per quella potenza, possiamo ancora guadagnare in termini di miglia per gallone volando più alti. Se, per un determinata regolazione della manetta, l'anemometro segna meno, siamo troppo alti per quella potenza, e guadagneremo miglia per ora aprendo la manetta o volando più bassi.

CAUSE ED EFFETTI

Occupiamoci ora della logica che c'è dietro quanto abbiamo descritto. Un pilota non ha bisogno di capirla, ma potrebbe volerla capire; perché il volo ad alta quota, al di sopra dei fenomeni meteorologici, e il volo nella stratosfera diventano ogni anno più importanti, ed i principi coinvolti nel volo in quota sono sempre gli stessi, sia che voliamo con un Cub a 10.000 piedi, sia che voliamo con un Lockheed Lightning a 40.000.

Si tratta di una lunga catena di cause ed effetti.

L'effetto fondamentale, quello dal quale dipendono tutti i voli ad alta quota, è l'effetto che ha l'aria rarefatta delle alte quote sulla portanza e sulla resistenza dell'aeroplano: cioè il fatto che non ha proprio alcun effetto! Immaginiamo un aereo che vola livellato in crociera nell'aria densa al livello del mare. Mettiamo che sia un piccolo biposto, del peso di 1200 libbre. Per il fatto che vola, tutte le forze che agiscono su

di lui sono in equilibrio: 1200 libbre di peso spingono in basso, 1200 libbre di portanza tirano in alto. Una certa quantità di resistenza, diciamo 200 libbre, lo trattengono indietro. Duecento libbre di trazione dell'elica lo tirano in avanti. Il risultato è un costante volo livellato a 100 nodi. Supponiamo ora che questo aereo vada di colpo a finire in una zona di aria molto più rarefatta, come l'aria di alta quota. La portanza immediatamente verrebbe meno, perché ogni metro cubo di aria rarefatta avrebbe molto meno massa e le ali ne avrebbero meno su cui premere. L'aereo comincia ad andar giù. Ma anche la resistenza viene meno per la stessa ragione, e con 200 libbre di trazione ancora esercitata dall'elica sul muso, l'aereo comincerà ad accelerare. Appena accelera, la caduta si arresta. L'aeroplano quindi si stabilizzerà, con la stessa portanza e la stessa resistenza di prima, nella stessa condizione di volo (cioè con lo stesso angolo di incidenza), ma molto più veloce.

Questa è la chiave per capire il volo ad alta quota. Questo è il modo in cui otteniamo qualcosa in cambio di niente: è, detto nel modo più elementare, velocità in più senza alcuna resistenza in più. E la cosa è molto più importante di quello che sembra a prima vista. Portiamo quel piccolo aereo a 36.000 piedi, e volerà più veloce del doppio, sempre con le stesse 200 libbre di spinta dell'elica che lo fanno volare. Se, d'altra parte, provassimo a farlo a livello del mare, cioè provassimo a farlo volare il doppio più veloce, la resistenza sarebbe quattro volte più forte, e richiederebbe una spinta dell'elica di 4 volte maggiore.

GLI ERRORI DELL'ANEMOMETRO

Nella teoria del volo ad alta quota viene ora un argomento secondario, che tuttavia è di grande importanza per il pilota: come l'aria rarefatta interagisce con l'anemometro. L'anemometro segna la reale velocità dell'aria solo al livello del mare; in quota segna di meno. Di fatto, esso non è in realtà un indicatore di velocità, quello che veramente segna è qualcosa d'altro. Secondo una regola empirica, per ottenere la velocità vera, bisogna aggiungere il due per cento al valore indicato per ogni mille piedi di quota. Per esempio, se l'anemometro segna 100 nodi, e la quota è 5.000 piedi, la velocità vera è di 100 nodi più 5 volte il 2% di 100, che fa 110 nodi. Questa regola empirica rimane vera solo alle basse quote. Per un dato più accurato, i piloti impiegano uno speciale regolo calcolatore che tiene conto di temperatura e quota, e converte la velocità "indicata" in quella "vera"; è con questo regolo che sappiamo, volando a 10.000 piedi con l'anemometro che segna 79 nodi, che in realtà stiamo facendone 93.

Lo strumento non sarà il massimo come indicatore di velocità, ma funziona benissimo come indicatore della condizione di volo, cioè dell'incidenza. Supponiamo che il nostro aereo stalli a livello del mare quando l'anemometro segna 45 nodi. Bene, allora stallerà sempre quando lo strumento segna 45, indipendentemente dalla quota. Se facessimo stallare l'aereo a 36.000 piedi, dove la reale velocità di stallo dell'aereo è di 90 no-

di, l'anemometro segnerebbe sempre 45. Possiamo quindi marcare un punto, materialmente o solo mentalmente, sul quadrante dello strumento, e scriverci "stallo", e questo sarà valido per tutte le quote! La stessa cosa è valida per tutte le altre condizioni di volo, per esempio la planata. Se nella planata alla massima efficienza a livello del mare la lancetta segna 75 nodi, in quel caso, a qualsiasi quota, la massima efficienza sarà quando l'indicatore segna 75. A 36.000 piedi la massima efficienza sarà in realtà ad una velocità di 150 nodi, ma sull'anemometro ci sarà segnato sempre 75. Quindi potremmo marcare quel punto come "massima efficienza" e quindi, indipendentemente dalla quota, dalla velocità effettiva, potremo sempre avere la massima efficienza volando in modo da portare la lancetta su quel segno.

Perché questo succede? Ala ed anemometro sono dispositivi della stessa razza, e sono soggetti alle medesime leggi. L'ala è un corpo su cui l'aria che scorre crea una pressione dinamica che sostiene l'aeroplano. L'anemometro è un apparecchio, un tubo aperto alla fine entro cui scorre il vento, sul quale l'aria che scorre crea una pressione dinamica che sposta la lancetta. Ecco cosa in realtà misura lo strumento: una pressione dinamica. Se l'aria soffia contro l'ala abbastanza forte e veloce da sostenere l'aeroplano, essa soffia anche dentro il tubo di Pitot abbastanza forte e veloce da far spostare la lancetta dello strumento in una certa posizione del quadrante. Se l'aria diventa troppo rarefatta o la velocità troppo bassa, la pressione viene meno sia sulle ali che nel tubo di Pitot: l'ala cade, e la lancetta dell'anemometro torna indietro. Se la pressione torna a crescere di nuovo, tornerà a crescere anche sulle ali e nel tubo di Pitot: l'ala cesserà di cadere e la lancetta tornerà nella posizione precedente. Quindi ali e tubo di Pitot vanno di pari passo. Quello che succede all'uno capita anche all'altro.

Questo ci spiega anche un altro fatto alquanto sconcertante. Poche cose sembrerebbero più belle ad un pilota che vedere un anemometro che segna qualcosa come 400 nodi. Bene probabilmente non lo vedremo mai, almeno in volo livellato. Le velocità incredibilmente elevate di cui sentiamo parlare sono raggiunte con motori sovralimentati ad alte quote: e il pilota che vola con qualche intercettore bimotore a 400 nodi e a 30.000 piedi vede l'anemometro che segna solo 250!

POTENZA E FORZA

Ed ora, nella logica del volo ad alta quota, c'è un elemento ingegneristico che a volte viene trascurato quando i piloti discutono del comportamento di un aereo in quota: alle alte quote l'aeroplano ha bisogno di maggiore potenza. In ogni data condizione di volo, che si voli livellati in crociera, che si scenda leggermente o che si voli vicini allo stallo, l'aereo volerà più veloce quando è alto; volerà più veloce senza alcuna resistenza aggiuntiva. Ciò non di meno esso avrà bisogno di più potenza.

La cosa sembra contraddittoria: se a velocità maggiore non c'è maggiore resistenza, allora perché serve più potenza? La

risposta è in un semplice principio fisico: nella differenza fra "forza" e "potenza". La *forza* è una trazione, misurabile in libbre o in chilogrammi. La portanza, la resistenza, la trazione dell'elica sono forze. La *potenza* è il prodotto di una forza per una velocità: essa implica i concetti di tempo e distanza, oltre a quello della forza. Potenza significa far muovere qualcosa velocemente, e farlo muovere per una certa distanza. Quello che il motore produce è potenza. Nella stratosfera, l'aereo ha bisogno della stessa forza traente sul muso che a livello del mare: ma dato che questa forza deve tirarlo il doppio più veloce, l'elica deve girare il doppio, o deve essere grande il doppio, o deve avere un passo doppio; e per fare girare quell'elica serve un motore di potenza doppia.

A prima vista, questo sembrerebbe annullare i vantaggi del volo in quota; volare il doppio più veloci con il doppio di potenza non sembrerebbe un gran affare. Ma è invece un vantaggio maggiore di quel che sembrerebbe a prima vista. Se proviamo raddoppiare la velocità di un aereo al livello del mare, non abbiamo bisogno del doppio, ma di otto volte la potenza! Dovremmo mettere su quell'aereo un tale motore (e tanta benzina per farlo girare) che non potremmo trasportare nulla! E la bellezza del volo stratosferico è che, volando a velocità doppia con il doppio di potenza, noi andiamo dal punto A al punto B in metà del tempo, e poiché andiamo col nostro motore del doppio più veloce per la metà del tempo, non usiamo più carburante di quanto ne avremmo usato per lo stesso viaggio con un lento volo a livello del mare.

Ecco quindi tornare fuori di nuovo la legge del qualcosa in cambio di niente: ecco ora velocità in più, gratis.

Ma questo fatto, che l'aereo necessita di maggiore potenza alle alte quote, è importante anche da altri punti di vista. Significa che qualsiasi aeroplano, indipendentemente dal motore, si rivelerà sottopotenziato quando lo portiamo in alto. Anche se la quota non avesse influenza sul motore e sulle sue prestazioni in termini di potenza, questo effetto tuttavia obbligherebbe, ad una certa quota, l'aereo a cominciare a cadere per mancanza di sufficiente potenza. Questa è la ragione per cui, se vogliamo veramente prestazioni in quota, abbiamo necessità di un'ala conformata appositamente per il volo planato: un'ala simile a quella di un aliante con un elevato coefficiente di forma: poca corda e grande apertura. Ecco perché i B-17 e i P-38 sono fatti così: ad alta quota, ogni aereo comincia a cedere. Ancora più alto, qualsiasi aereo andrebbe in stallo per mancanza di potenza. Ogni aereo, indipendentemente dal motore, e per quanto sovralimentato, ha una tangenza massima.

MOTORI CHE SI AUTOREGOLANO

In realtà però, il motore perde potenza man mano che si sale. Questo è l'effetto della quota che tutti conosciamo meglio. Percepriamo questa perdita di potenza anche a 3.000 piedi quando cerchiamo di guadagnare quota per fare una vite. Nei motori sovralimentati, questa perdita di potenza può non essere apprezzabile per i primi 5.000 o 10.000 piedi di quota. Ma al

di sopra della sua altitudine critica, anche un motore sovralimentato diventa un motorino.

Vale la pena di capire esattamente l'esatta natura di questa perdita di potenza. Il pilota vede la manetta tutta aperta, e nello stesso tempo sente che ha pochissima potenza. Probabilmente penserà che questo calo di potenza rappresenti una perdita reale, uno spreco di energia, un bruciare inutilmente della benzina. Di fatto, non lo è. In realtà, la ragione principale perché il motore dà meno potenza è che beve meno carburante. Il funzionamento efficiente del motore richiede 13 grammi di aria per ogni grammo di benzina. Ad alta quota ciascuna fase di aspirazione in ogni cilindro non può pompare tanta aria rarefatta nei cilindri, quanta ne può pompare a bassa quota. Quindi può bruciare meno carburante. E l'immissione del carburante è regolata in funzione della quantità d'aria aspirata sia manualmente, con il comando della miscela, sia meccanicamente, per mezzo di vari dispositivi.

Quindi la perdita di potenza in quota non è del tutto una perdita. Ciò che veramente succede è che, in una maniera strana e indiretta, il motore toglie gas da solo.

Naturalmente ci sono anche degli sprechi veri e propri nel volo in quota. Gli attriti interni del motore, per esempio, la frizione del metallo che scivola sopra altro metallo coperto da olio, l'attrito della miscela che scorre nei meandri dei collettori, che schizza fuori dalle valvole: tutto questo rimane praticamente invariato indipendentemente dalla quota. E come la potenza generata dal motore diminuisce, questi attriti diventano proporzionalmente sempre più significativi.

Questo spiega anche qualcosa di cui spesso si discute animatamente fra piloti: un motore girerà più velocemente con la quota, manterrà un regime costante o girerà di meno? Se non fosse per quel fattore di attrito interno, motore ed elica manterrebbero un regime costante indipendentemente dalla quota, perché il rarefarsi dell'aria che limita la potenza del motore ridurrebbe anche la resistenza dell'elica esattamente nella stessa misura. Ma, dato che il motore soffre del suo attrito interno, mentre l'elica non è interessata da alcun analogo effetto, il motore normalmente aspirato con elica a passo fisso perderà giri salendo. A 70.000 piedi, o giù di lì, un motore a benzina, per quanto sovralimentato, produrrà potenza a sufficienza per vincere i suoi attriti interni e per far girare i turbocompressori, ma non abbastanza da far girare un'elica.

Ci può essere inoltre un ulteriore e serio spreco di energia nell'elica in sé. Concepita per un compromesso ottimale fra velocità e regime di rotazione, l'elica perde efficienza aerodinamica e lavora in perdita quando la combinazione dei fattori è differente. Questa è in gran parte la ragione per cui un aereo stratosferico non potrebbe neppure volare senza un'elica a passo variabile. Per l'aereo normalmente aspirato che vola in crociera a 10.000 piedi circa, la perdita di efficienza dell'elica non è troppo importante. È tuttavia sempre vero che quando voliamo ad alta quota è come se avessimo tolto manetta, se usassimo meno potenza, quindi meno carburante.

Quindi l'alta quota è una forbice che costringe l'aereo da due parti. Da una parte lo obbliga a volare veloce per non perdere quota o stallare. Dall'altra parte toglie potenza al motore. Il risultato è che l'aereo è forzato a perdere quota, quindi è forzato a volare a maggiore incidenza, esattamente nel modo in cui vola al livello del mare quando il pilota mantiene il volo livellato con pochissima potenza.

COME ANDAR PIANO MA IN FRETTA

E a questo punto tutta la logica del volo in quota arriva ad una felice conclusione. Per la maggior parte dei piloti, questo tipo di volo ad assetto leggermente cabrato è una cosa abominevole. In realtà è il modo più efficiente che ha un aereo di volare. Indipendentemente dalla quota, ogni aereo volerà sempre con il minore consumo di energia, ossia farà il maggior numero di miglia per gallone, se vola col muso ben in su, con poca manetta, con l'anemometro che segna solo pochi nodi in più di quando non plana alla massima efficienza. Quel che noi chiamiamo "crociera" è dal punto di vista ingegneristico uno spreco barbaro. Se voliamo con un Cub a più di 50 nodi, o con un Culler Cadet a più di 80, o magari con un B-26 a più di 180, lo facciamo non perché questo è il modo di volare con questi aerei. Lo facciamo solo perché siamo tutti così dannatamente impazienti.

Al livello del mare, quindi, se volessimo fare il maggior numero di miglia per gallone con un aeroplano che "vola a velocità di crociera" a 100 nodi e stalla a 50, noi dovremmo portarlo a 80 nodi con il muso leggermente alto, ma 80 nodi sarebbe troppo poco per il nostro cuore impaziente, e così non lo facciamo. A 10.000 piedi, rimane sempre vero che questo volo lento ad assetto leggermente cabrato è il modo più efficiente di volare. Ma a quella quota, col motore che si è ridotto da solo la manetta, non c'è possibilità di scegliere: quello è praticamente l'unico modo con cui possiamo volare. Ed ora, a 10.000 piedi, proprio questa condizione si verifica quando l'aereo in realtà si muove nell'aria a 92 nodi, che dovrebbe essere più o meno abbastanza per il pilota impaziente.

Questo è il segreto del volo ad alta quota: possiamo avere capra e cavoli. Possiamo andare ad assetto cabrato ad alta velocità. Possiamo prendercela comoda dal punto di vista aerodinamico, e tuttavia spostarci in fretta sulla carta geografica.

MA ORA, ATTENZIONE!

Come piloti, non abbiamo bisogno di capire tutto questo, finché ci teniamo in mente i risultati: che in quota l'aereo diventa più efficiente e arriva più lontano, oppure va più veloce con meno benzina. Ma come piloti dobbiamo capire una cosa: salendo, noi smagriamo la miscela; scendendo, dobbiamo arricchire di nuovo, altrimenti, addio motore.

AEROPORTI IN QUOTA

Ed ora, cosa succede quando la quota elevata è al livello del terreno? Nell'Ovest¹, dove gli uomini sono uomini e le mappe sono tutte di un bel marrone², un pilota deve non solo saper volare in crociera ad alta quota come se niente fosse, ma deve anche fare avvicinamenti ed atterraggi, decolli e salite al di sopra degli ostacoli mentre è sottoposto alle leggi dell'aria rarefatta. Laggiù, con visibilità di 60 miglia, l'aria non è solo rarefatta, ma sembra anche rarefatta: possiamo quasi vedere che c'è poca sostanza dentro. Pensiamo a quegli aeroporti in quota: Cheyenne, nel Wyoming, Butte, nel Montana, il Gran Canyon! Oppure, di solito capitava che, volando con un Cub sulla rotta Cheyenne - Salt Lake, bisognava fermarsi per il rifornimento a Dubois, nel Wyoming, un campo Federale di appoggio alla quota di 7.200 piedi. Oppure, se non sembra abbastanza difficile, provate a chiedere a qualche pilota di Rock Springs, nel Wyoming, alto e in mezzo a strapiombi. O di Lordsburg, nel New Mexico, alto e caldo e su un pendio di ghiaia inconsistente. Oppure, se veramente volete pensare a dei rischi, pensate a quelle aviosuperfici che il Servizio Forestale usa nel Montana, nell'Idaho e in California, dove si passa appena e a quote fino a 9000 piedi!

A prima vista, la cosa è terrorizzante. In più, uno probabilmente mette insieme tutti i tipi di idee terrorizzanti: che a quote del genere l'aereo cade "come un sasso", che stallerà ad incidenza molto più bassa che al livello del mare, o con la barra molto meno indietro; che è meglio tenere un po' di potenza durante l'avvicinamento; e che è meglio tenersi un 10 o 20 nodi in più sull'anemometro, e così via. E a causa del combinarsi delle cose, dei reali effetti dell'aria rarefatta e degli incubi della mente, i primi giorni di volo da quelle parti potranno essere un po' confusi.

Per capirlo meglio, vediamo la scena in qualche aeroporto dell'Ovest. Mettiamo che l'altitudine del campo sia di 6.000 piedi, e che sia un pomeriggio d'estate con la temperatura dell'aria al suolo vicina ai 38 gradi centigradi. Perché questa è la combinazione che dovremo affrontare durante l'estate nell'Ovest: aria rarefatta resa, resa ancora più inconsistente dal calore. Supponiamo che l'aereo sia un piccolo addestratore o di tipo commerciale, in breve, un aereo semplice di concezione tradizionale, con motore normalmente aspirato ed elica a passo fisso.

NON FATE NULLA

Per ciò che concerne l'avvicinamento su un campo simile, la cosa più importante è che non noteremo alcuna differenza: o meglio, non lo faremo a meno che le idee che ci siamo fatti non ci portino fuori strada in un qualche errore, come planare molto ripidi, o arrivare alti, o con motore, o cercando in qualche maniera di compensare un effetto che non c'è per niente. L'alta

¹ Naturalmente bisogna tener presente la geografia degli Stati Uniti, caratterizzati a Ovest dalle Montagne Rocciose. [N.d.T.]

² Sulle carte geografiche il marrone è il colore che indica i rilievi. [N.d.T.]

quota non determina variazioni significative nella planata dell'aeroplano. L'assetto di planata è lo stesso, l'aereo non deve essere puntato in basso più del solito. L'anemometro dà sempre la stessa lettura: se durante una normale planata a livello del mare lo strumento segna 75 nodi, segnerà 75 nodi anche in una normale planata a 6.000 piedi, o a 26.000! I fischi che si sentono in planata saranno gli stessi. L'elica girerà allo stesso regime. Ma, cosa più importante di tutte, la traiettoria di discesa sarà la medesima, se prossimi al livello del mare possiamo planare per una distanza di 2500 metri da una quota di 1000 piedi, faremo la stessa cosa anche a 6000 piedi. L'unica differenza che la quota esercita sulla planata è che la nostra reale velocità sarà maggiore. L'aereo plana lungo la stessa traiettoria come a livello del mare, e con la stessa velocità indicata, ma viaggia sulla medesima traiettoria ad una velocità reale maggiore. A 6.000 piedi planeremo circa il 10 per cento più veloci perché l'aria a quella quota è più rarefatta, e planeremo ancora 5 nodi più veloci perché il calore la ha rarefatto ancora di più. Può essere una buona regola ricordare che sulla maggior parte degli aeroporti dell'Ovest, in estate, la reale velocità è di circa il 15 per cento superiore che al livello del mare. Ma è ancora meglio non ricordarsi nessuna regola, e trascurare l'alta quota e volare come sempre. Se proviamo ad usare qualche tecnica speciale, servirà solo a confonderci.

Spesso gli allievi non ci vogliono credere. Uno potrebbe credere che nell'aria fine deve planare con un'indicata maggiore. Ma ricordiamoci: se l'aria soffia abbastanza forte nel tubo di Pitot dell'anemometro per spingere la lancetta nella solita posizione, allora vuol dire che soffia anche abbastanza forte contro le ali da assicurare l'usuale portanza.

Oppure, uno potrebbe pensare, se la velocità reale è del 15 per cento superiore, allora deve certamente essere necessario puntare in basso il muso dell'aereo per ottenere quella maggiore velocità: ma anche qui l'aereo va a quella maggiore velocità non grazie ad una planata più ripida, ma solo perché l'aria è meno densa. Supponiamo di stare planando in aria standard alle velocità di massima efficienza, e di entrare di colpo in una zona di aria molto più fine: l'aereo adatterebbe subito la sua velocità. In aria più rarefatta avrebbe meno portanza; quindi comincerebbe a cadere. Ma nello stesso tempo avrebbe meno resistenza, e poiché la gravità continuerebbe ad agire su di lui con la stessa forza, l'aereo accelererebbe! E accelerando, la caduta si arresterebbe. E in effetti l'aereo si stabilizzerebbe in una normale planata, allo stesso angolo di prima, ma a velocità più elevata.

Anche l'atterraggio è notevole soprattutto per le cose che non capitano: è del tutto simile al nostro normale atterraggio al livello del mare. L'aereo galleggerà e si poserà nel suo solito modo come a bassa quota. Stallerà quando l'anemometro segnerà la solita velocità di stallo a livello del mare. In teoria, l'aria meno densa rende l'aereo un po' più vivace, scattante, le sue risposte meno pigre, meno alla maniera di un Cub, più nervoso. Ma dobbiamo salire di 20.000 piedi o giù di lì

prima che questo effetto diventi così forte da poter essere notato. L'unica vera differenza è ancora solo la velocità effettiva; questa sarà nuovamente del 10 per cento più alta per la quota, e del 5 per cento più alta per la temperatura. E in atterraggio questo diventa un fatto di cui ci si accorge.

Secondo le leggi della meccanica che governano le distanze di arresto per le automobili e le corse di atterraggio per gli aeroplani, questa velocità superiore di un 15 per cento rende la corsa di atterraggio nel tipico aeroporto dell'Ovest circa un terzo più lunga che a livello del mare. Essa rende ogni rimbalzo, ogni irregolarità del terreno, ogni scossa, più forte di circa un terzo, aumentando gli sforzi sulla cellula di un terzo. Essa aumenta anche notevolmente la tendenza dell'aereo a girarsi in testa coda, e richiede maggiore concentrazione sulla pedaliera. Ma anche così, tutto questo non richiede tecniche speciali. Se di solito fate abbastanza bene, si vedrà anche a 6.000 o a 16.000 piedi. Qualsiasi tentativo di adottare speciali tecniche servirà solo a confonderci.

C'E' QUALCOSA CHE NON VA IN QUEL MOTORE

Ma il decollo dallo stesso campo sarà tutt'altra storia; e una storia non allegra. La corsa di decollo in effetti sarà molto lunga, e la salita molto più lenta che a livello del mare; non solo, l'angolo di salita sarà molto meno ripido. Tuttavia, la prima volta che questo ci capita, non riusciamo a crederci, soprattutto non riusciamo a credere che il motore non abbia perso qualcosa, e che la nostra mano sulla manetta non riesca ad ottenere nessun risultato: solo rumore e poca trazione, per quel che si vede. Si sa di piloti che sono tornati all'hangar e che hanno detto: "C'è qualcosa che non va in questo motore".

Questo effetto è dovuto a tre cause: il bisogno dell'aereo di una maggiore potenza, a causa della maggiore velocità; il fatto che il motore si auto riduce la manetta con la quota; e lo spreco di potenza relativo all'elica, cosa che diventa seria soprattutto durante il decollo e la salita. Tutto sommato, se la quota è di 6000 piedi e la temperatura di 38 gradi, il nostro aeroplano decollerà e salirà più o meno come farebbe a livello del mare se, con un aereo che va in crociera a 2,250 giri, noi cercassimo di decollare a circa 1,600 giri. Provateci una qualche volta! La cosa vi insegnerà a non caricare l'aereo al limite per il vostro primo viaggio all'Ovest.

Di quanta pista abbiamo bisogno esattamente per decollare è impossibile calcolarlo perché molto dipende da piccoli fattori. Molto dipende, per esempio, dal tipo di pista (l'erba alta sviluppa sulle ruote un attrito pari a 15 volte il cemento) e da ogni piccola salita che ci può ostacolare o da ogni piccola discesa che ci può aiutare. Al livello del mare, dove l'aereo ha molta potenza in eccesso, queste cose non contano molto; in quota esse diventano sproporzionatamente importanti. Inoltre, su un aereo medio in condizioni medie, la nostra corsa di decollo a 6000 piedi in quel rovente pomeriggio sarà probabilmente due o tre volte più lunga di quanto sarebbe a livello del

mare; ma, se l'aereo è caricato pesantemente, il motore caldo abbastanza, e l'aria sufficientemente arroventata potremmo avere una corsa di decollo infinita: semplicemente non decolleremo.

Anche la salita iniziale si rivelerà essere lenta e pericolosa: vicino al terreno, dove l'aria è rovente, il rateo di salita sarà solo la metà di quello a livello del mare; nello stesso tempo la nostra velocità di avanzamento in orizzontale sarà più alta, quindi l'angolo di salita sarà meno della metà di quello a livello del mare: anche ostacoli distanti dovranno essere valutati seriamente.

Ma forse più sconcertanti di tutto il resto saranno gli effetti di ascendenze e discendenze. Anche al livello del mare ascendenze di 400 piedi al minuto e discendenze di 200 si trovano spesso in un giorno con aria instabile. Negli alti territori dell'Ovest, dove l'azione del sole è più forte, ascendenze e discendenze sono spesso assai più vivaci, e le montagne aiutano. Anche la presenza dell'aeroporto in sé aiuta: probabilmente ci sarà un'ascendenza sul campo, e in compenso delle discendenze appena fuori dal campo. Con un rateo di salita così basso, la cosa sta a significare che ben presto dopo il decollo ci troveremo in una discendenza che non riusciremo a vincere. Con la manetta tutta aperta, e il muso puntato in alto fin che ci fidiamo, perderemo ancora quota. Questo costituisce un rischio fortissimo a stallare, soprattutto se capita senza che ce lo aspettiamo. Bisogna allora far buon viso a cattivo gioco, sopportare e continuare a volare dritti sperando condizioni dell'aria migliori più avanti; fare una virata sarebbe quasi sempre una politica sbagliata, perché una virata richiede ancora potenza e costa ancora quota.

I CONSIGLI DELLA GENTE DEL POSTO NON SONO BUONI

Naturalmente gli aeroporti dell'Ovest sono concepiti tenendo conto di tutti questi elementi, ed hanno piste lunghe, soglie libere da ostacoli, e ce ne sono pochi. Ma anche così, a volte dobbiamo prendere delle decisioni difficili: se decollare, e in questo caso da che parte, e con quanto peso a bordo. I consigli della gente del posto a questo riguardo, anche se dati in buona fede, sono normalmente non buoni; certamente non lo sono a meno che chi fornisce il consiglio non sia un pilota esperto e che conosca bene il nostro tipo di aereo. E non ha neppure importanza quello che qualche altro signore (che aveva anche lui un aereo rosso) aveva fatto tre mesi prima sullo stesso aeroporto; se non conosciamo il suo aereo, il suo carico e che tempo c'era, la cosa non ha influenza alcuna sul nostro problema. Quindi può valere la pena di fare qualche ragionamento più approfondito sul problema.

Spesso l'alternativa è fra il decollare in salita contro vento, oppure in discesa in favore di vento. Può essere una scelta oltremodo difficile. Un decollo in salita può non avere successo, ma ha il vantaggio che è facile da interrompere se dovessimo accorgerci che non riusciamo ad alzarci: il vento, i freni e la pendenza collaboreranno a farci fermare. Un decollo

in discesa è naturalmente molto più facile, ma, se dovesse andare storto, sarà difficile da interrompere senza finire per rovesciarsi: il vento, i freni e la pendenza collaboreranno a farci cappottare. Dato che la corsa di decollo in salita e controvento può essere tentata senza seri rischi, può convenire tentarla in ogni caso per prima. Se, d'altra parte, il decollo in salita portasse contro un qualche tipo di ostacolo, esso potrà rivelarsi senza speranza, perché dopo aver staccato dovremo salire in ogni caso solo per tenerci separati dalla pista e potremmo non essere in grado di ottenere l'ulteriore salita per evitare l'ostacolo. A causa dell'effetto della prospettiva, uno probabilmente tende a sottovalutare l'effettiva salita che è necessaria per evitare l'ostacolo oltre la fine della pista.

L'unica decisione che è quasi certamente sbagliata è di decollare in salita e controvento, per poi fare una virata di 180 gradi per volare via in discesa ed in favore di vento. La virata sprecherà troppa potenza e probabilmente troppa quota.

Gli esperti di aeroporti in quota, come i piloti che volano per il Servizio Forestale, sembrano preferire il decollo in discesa, indipendentemente dal vento. Di fatto, molti aeroporti del servizio forestale sono talmente circondati dai versanti dei monti, che l'accesso è possibile da una parte sola, e il decollo deve essere fatto dalla stessa strettoia per cui siamo arrivati. Ma la vera regola è che non esiste una regola.

Quando siamo dubbiosi, ci sono due cose che possiamo fare. Possiamo scaricare l'aereo, provare qualche decollo da vuoti, e vedere come va. O Possiamo aspettare per condizioni dell'aria più favorevoli, e quei piloti dell'Ovest, gli stessi che a volte scelgono di decollare in discesa e in favore di vento, a volte aspettano per giorni prima di arrivare o di partire da un campo difficoltoso. Di solito basta attendere fino al mattino dopo. Nella regione delle Montagne Rocciose, d'estate, nel primo mattino ci sono circa 10 gradi centigradi in meno che nel primo pomeriggio. Dato che il calore rende l'aria rarefatta, mentre il freddo la rende più densa, l'alta temperatura ha lo stesso effetto sulle prestazioni dell'aereo di una variazione di quota dell'aeroporto: taglia la potenza e allo stesso tempo aumenta la richiesta di potenza da parte dell'aeroplano. Durante un pomeriggio assolato il tipico aeroporto dell'Ovest si trova in effetti da un 2000 fino a un 5000 piedi più alto che nel fresco del mattino. A 38 gradi centigradi, un aeroporto che si trova a 6.000 piedi in realtà è sito a 10.000, per ciò che riguarda la densità dell'aria! E attaccato al terreno, in quell'ultimo metro e mezzo in cui il motore aspira l'aria e l'ala deve far decollare l'aereo, la temperatura dell'aria del pomeriggio potrà ben essere di 42 gradi! Insomma, aspettiamo il fresco del mattino!

Una volta partiti, potremo avere una lunga salita davanti per liberarci da una montagna sul tragitto. Salire con un aereo ad alta quota è diverso che salire con lo stesso aereo a bassa quota: è richiesta una tecnica diversa. A livello del mare, l'aereo ha due velocità ottimali di salita: la salita rapida si ha, nell'aeroplano medio con un'elica normale, quando l'anemometro segna circa un valore medio fra la velocità di

crociera e quella di stallo. La salita ripida si ha quando l'anemometro sta vicino alla velocità di stallo. In quota, la velocità di salita rapida si sposta verso quella di salita ripida, finché alla quota di tangenza massima esse sono identiche, e il rateo di salita nullo. Vicini alla tangenza massima, l'unico modo per spremere fuori ancora un po' di salita è volare alla velocità di salita ripida, vicinissimi alla velocità di stallo con la lancetta dell'anemometro che segna 5 o 10 nodi sopra la velocità di stallo. Questo è il senso vero della quota di tangenza massima: voliamo in una condizione in cui qualsiasi tentativo di salire ulteriormente ripidi porta allo stallo. E qualsiasi tentativo di salire con un angolo meno accentuato porta ad una perdita di quota. Ma, anche alla quota che qui ci interessa, da 5000 a 10000 piedi, l'effetto è sensibile: il migliore rateo di salita si ha se l'aereo è portato in modo che l'anemometro segni meno di quanto non segna in salita rapida a livello del mare. Maggiore è la quota a cui stiamo salendo, quindi, più dobbiamo tenere decisamente in su il muso dell'aereo, e meno deve segnare l'anemometro.

Nella normale pratica, la cosa più importante sulle salite ad alta quota è forse, ancora una volta, non quello che l'aereo in sé può fare, ma quello che ascendenze e discendenze fanno all'aereo, e quello che possiamo fare noi a questo riguardo. Volando verso un'alta quota, siamo tentati di salire ripidi quando notiamo una discendenza, e magari di prendercela un po' più comoda quando un'ascendenza fa camminare l'altimetro per bene. Questa è una reazione naturale; ma, come capita spesso in fatto di volo, la reazione naturale è sbagliata. Il pilota di aliante che fa quota senza motore fa proprio il contrario: la tecnica di veleggiamento consiste nel restare più tempo nelle ascendenze che nelle discendenze. Salendo ripidi in una discendenza, rallentiamo l'aereo quindi ci rimarremo più a lungo. Salendo più dolcemente nelle ascendenze, facciamo accelerare l'aereo, quindi usciremo dalla zona di ascendenza prima. La cosa da fare invece è utilizzare l'ascendenza per una salita ripidissima, magari anche tornando indietro con un mezzo cerchio per consentirle di agire più a lungo. In zona discendente, la cosa da fare è abbassare un po' il muso, accelerare, e andarsene in fretta.

Come possiamo dire di essere in un'ascendenza? Un altimetro sensibile o un variometro rapido nelle risposte segnala ascendenze e discendenze abbastanza bene, ma se non li abbiamo a bordo scopriremo presto che l'indicatore di salita più rapido è il nostro orecchio: la variazione del rumore dell'aereo quando ascendenze e discendenze ci cambiano la quota. Queste variazioni non sono dovute a una variazione nel flusso dell'aria o della velocità del motore; ma alla variazione di pressione nel nostro stesso orecchio. Quando il rumore dell'aeroplano diventa ovattato e sordo, stiamo scendendo; quando diventa forte e chiaro, vuol dire che stiamo salendo.

E forte e chiaro sia il rumore nel tuo orecchio, coraggioso lettore.

