

Traduzione dell'articolo "ACHIEVING THE BEST ANGLE" di Ed Kolano tratto dalla rivista Sport Aviation di dicembre 2000.

Otteniamo il miglior angolo di salita.

RIDUZIONE DEI DATI DI PRESTAZIONE IN SALITA, 2° PARTE.

SOMMARIO

Continua la spiegazione della modalità di riduzione dei dati, registrati durante le prove di salita, per ottenere delle tabelle utili per i voli, relativamente all'angolo per la miglior salita del velivolo, per la salita rapida e la salita ripida.

In novembre, "Test Pilot" ha spiegato come trasformare i numeri delle prove di volo in salita, ricavati con la tecnica presentata in ottobre, in strumenti semplici e utili per la pianificazione del volo. Abbiamo applicato un po' di matematica e costruito qualche grafico da usare per determinare il massimo rateo di salita e la velocità massima di salita (V_Y). Questi diagrammi danno informazioni sulla salita non sempre disponibili anche nei manuali dell'aviazione generale, per intendersi come varia il rateo di salita se volate a una velocità inferiore o superiore a V_Y .

Ora, ci interessiamo alla V_X e al massimo angolo di salita del velivolo. Normalmente non voliamo alla V_X per lungo tempo, solo quanto basta per superare gli ostacoli alla fine della pista, ma non c'è dubbio sull'importanza di conoscere questa prestazione.

La figura 1 assomiglia alla tabella che abbiamo costruito in "Test Pilot" di Novembre, salvo che abbiamo inserito la velocità vera (V_T) e l'angolo di salita (flight path angle, FPA). Useremo V_T per determinare FPA. Gli angoli di salita non sono necessariamente i valori massimi, ma la fig. 1 li include per mostrare come l'angolo di salita decresce alle quote superiori, quando si vola alla velocità costante, in prova di salita, di 100 kts. Siamo interessati a conoscere il massimo angolo di salita e la velocità a cui si ottiene, per ogni quota densità.

Velocità Vera 100 kts.

Peso all'inizio 1260 lbs.

Peso alla fine 1240 lbs.

Valori di prova

Valori calcolati

| PA1 | PA2 | Δ | Media | OAT | DA | V_T | Tempo | ROC | FPA | Note |
|------|------|----------|-------|-----|------|-------|-------|------|-----|------|
| 1250 | 1750 | 500 | 1500 | 10 | 1250 | 102 | 20 | 1500 | 8.4 | |
| 3250 | 3750 | 500 | 3500 | 6 | 3250 | 105 | 25 | 1200 | 6.5 | |
| 5250 | 5750 | 500 | 5500 | 2 | 5250 | 108 | 40 | 750 | 3.9 | |
| 7250 | 7750 | 500 | 7500 | -2 | 7250 | 111 | 55 | 550 | 2.8 | |
| 9250 | 9750 | 500 | 8500 | -6 | 9250 | 115 | 75 | 400 | 2.0 | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Figura 1

Il mese scorso, abbiamo mostrato come usare i dati registrati durante i voli di prova per costruire la curva del rateo di salita in funzione della quota densità, per ogni velocità di prova. Quindi, abbiamo ricavato il grafico del rateo di salita in funzione della velocità, per alcune quote densità. Abbiamo utilizzato il grafico per determinare i valori massimi del rateo di salita e lo useremo per determinare gli angoli di salita massimi.

La figura 2 mostra l'angolo di salita in funzione della velocità per la più bassa quote densità di prova. Da notare che entrambi gli assi iniziano dallo zero. Anche se i numeri non sono riportati, ogni scala è lineare, cioè uguali distanze per uguali incrementi del rateo di salita e della velocità. Queste caratteristiche (0/0 e scale lineari) lasciano parecchio spazio vuoto sul lato sinistro del diagramma, ma permette una soluzione grafica del lavoro.

Per ottenere il massimo angolo di salita, vogliamo che sia massimo il rapporto tra la velocità verticale e quella di avanzamento orizzontale. Potete determinare questo valore massimo tracciando una retta dall'origine alla curva sul lato sinistro, fino a toccarla, ma senza attraversarla. L'intersezione della linea retta con la quota densità fornisce direttamente la velocità con angolo di salita massimo (V_x) a quella quota densità.

Tracciate, ora, una linea orizzontale dall'asse R/S fino al punto di tangenza e troverete il ROC che il velivolo possiede quando sale alla velocità V_x a quella quota densità. Osservate che è un numero inferiore al massimo rateo di salita, che si ha al picco della curva.

A questo punto, voi conoscete V_x e ROC del vostro velivolo, per questa quota densità, ma non ancora l'angolo. Un poco di trigonometria fornisce la risposta, ma prima dovete convertire la velocità V_x da indicata a vera, usando l'apposito diagramma o il computer di volo.

La figura 3 fornisce la relazione tra V_T , ROC, FPA e la velocità vera orizzontale. Dato che conosciamo due lati di questo triangolo rettangolo, V_T e ROC, un semplice conto di trigonometria ci fornisce FPA: il rapporto tra ROC e V_T è il seno di FPA. In formula

$$\sin(\text{FPA}) = \text{ROC} / (101,3 * V_T) \text{ o } \text{FPA} = \sin^{-1} [\text{ROC} / (101,3 * V_T)]$$

Poiché V_T è espressa in kts e ROC in feet / min, bisogna moltiplicare V_T per 101,3. Se V_T è espressa in mph, si usa 88, invece di 101,3. Usate le tavole trigonometriche o il computer per ricavare FPA.

Dall'angolo di salita al gradiente di salita

Conoscere FPA non è poi di grande utilità in cabina o quando pianificate il volo, ma un altro calcoletto consente di passare da FPA al gradiente. Il gradiente è il valore della quota guadagnata rispetto alla distanza orizzontale percorsa. Il rapporto si ricava dalla stessa fig. 3, tra ROC e velocità vera orizzontale. Esso è la tangente di FPA. Poiché conosciamo già FPA, possiamo ricavarne la tangente, senza calcolare la velocità orizzontale. In formula

gradiente di salita = $\tan(\text{FPA}) = \text{quota guadagnata} / \text{distanza orizzontale}$ oppure

distanza orizzontale = $\text{quota guadagnata} / \text{gradiente di salita} = \text{altezza ostacolo} / \text{gradiente di salita}$.

Ora che disponete del gradiente di salita, che cosa ve ne fate? Come sapere quanto lontano da un ostacolo dovete iniziare a salire per superarlo con sufficiente distanza? Per esempio, supponiamo che il gradiente sia 0,09 e che l'ostacolo sia alto 50 ft. Avete bisogno di 556 ft (50 diviso 0,09) di distanza orizzontale per superarlo, in assenza di vento.

Ci sono alcuni limiti e ne abbiamo nominato uno: il vento. Il vento frontale aumenta il gradiente e quello in coda lo riduce. La distanza orizzontale *non include* il rullaggio per il decollo. Inoltre, poiché i valori si applicano a condizioni di volo stabilizzate fin dall'inizio della salita, non tengono conto della distanza orizzontale percorsa per accelerare a V_X o durante il cambio di configurazione, come il rientro del carrello.

Se avete raccolto i dati usando la potenza di salita, il vostro aeroplano può realizzare un angolo più elevato se usate la potenza di decollo. Sottolineo: pianificate sempre in maniera conservativa. Se c'è qualche timore, è già abbastanza per considerare di ridurre il peso del velivolo, in attesa di temperature più basse o attendere che il vento si sposti in una direzione più favorevole.

Ora, avete determinato V_X , FPA e il gradiente di salita del vostro velivolo, per una quota densità. Come abbiamo fatto la volta scorsa per la riduzione dati di salita, aggiungiamo la quota densità per tabulare le condizioni di decollo che potreste incontrare.

La procedura è identica alla precedente. La figura 4 deriva dalla figura 2 con due quote densità aggiunte. Osservate che V_X (velocità indicata) aumenta con la quota. Per il tipo di aeroplani che usiamo, la variazione è di alcuni nodi solamente nell'intervallo di quota utilizzato. La figura 4 è un po' adattata e non fornisce la V_X per le quote non riportate. Un plottaggio più ampio risolve il problema.

La figura 4 mostra V_X per quota densità bassa, media, alta (il vostro diagramma deve specificare la quota densità reale). Costruite un diagramma con V_X sull'asse verticale e la quota densità in orizzontale come in figura 4 (riportando altre V_X a diverse quote densità per avere ulteriori punti, ndt).

Assicuratevi che la scala dell'asse quota densità inizi da 0. Trasferite le coppie di valori di V_X e quota densità dalla figura 4 alla figura 5. Congiungete i punti appena riportati. Ora disponete di una sola curva che vi fornisce, per ogni quota densità, la velocità V_X tra il minimo e il massimo plottati. Potete estrapolare la linea fino a intersecare l'asse verticale (fig. 4) e trovare il valore a quota densità zero. Ricordate sempre che, trattandosi di un'estrapolazione, si tratta sempre di un'approssimazione. Più quote densità disegnate, migliore sarà la confidenza nell'estrapolazione.

Una precisa stampa

I diagrammi delle prestazioni di salita, spiegati in "Test Pilot" alcuni mesi orsono, sono degli strumenti, e come tali, dovete comprenderne le loro capacità e i loro limiti. Se avete eseguito le vostre prove a una potenza inferiore alla massima, le curve, probabilmente, vi mostreranno delle prestazioni inferiori a quelle che il velivolo può raggiungere. Mentre utilizzate queste curve conservative per pianificare i voli con un margine di sicurezza aggiuntivo, potete ripeterle applicando la potenza di decollo e ottenere delle curve più precise.

Se optate per applicare in prova la potenza massima di decollo, non danneggerete il motore. I velivoli con limitazioni di tempo per l'applicazione della potenza max, hanno questi limiti per delle buone ragioni, e la massima potenza di salita può determinare un assetto troppo cabrato per vedere davanti. Scegliete la vostra area di prova e seguite bene il piano di volo.

La medesima idea di utilità dei diagrammi si applica alla configurazione. Se, per esempio, avete eseguito le prove di salita con il velivolo in configurazione pulita, il diagramma non si applicherà a una V_X con 10° di flaps. Di nuovo, potrete ripetere le prove in tutte le configurazioni rappresentative, per una migliore accuratezza.

Lo stesso dicasi per il peso del velivolo. I velivoli leggeri salgono meglio di quelli più pesanti. Eseguendo le prove al peso massimo di decollo, produrrete dei diagrammi troppo

conservativi. Se il vostro velivolo ha una variazione ampia di peso al decollo, potreste eseguire le prove a due o tre pesi differenti.

Convalidate bene le vostre curve. Una volta che avrete ridotto i dati di prova in grafici utili e facili d'uso per il pilota, verificateli bene. Eseguite alcuni voli basati sui vostri grafici e registrate le prestazioni di salita. Quindi, confrontate i risultati con le prestazioni previste dai vostri diagrammi. Dovrebbero essere gli stessi. Se ci fosse qualche errore, controllate formule e curve.

Se la vostra riduzione dati è corretta, ripetete un volo o due per comparazione con i dati originali (potrebbero essere errate le letture originali ndt). Convalidare le vostre curve vi dà confidenza nell'uso degli strumenti di pianificazione e vi assicura di non aver commesso errori nella loro costruzione.

Non è poi così difficile, vero? Nei due mesi scorsi, abbiamo usato i dati delle prestazioni di salita per determinare il massimo rateo di salita e la velocità V_Y , il massimo angolo di salita e la V_X , nell'intervallo di quota densità relativo al vostro utilizzo del velivolo. Abbiamo mostrato, anche, come usare questi strumenti per pianificare le vostre salite in condizioni diverse da V_X e V_Y .

Il prossimo mese, lasceremo numeri e curve per parlare di velocità. Inizieremo con la velocità osservata e proseguiremo per l'indicata, la calibrata, l'equivalente e la vera, per finire con quella relativa al suolo.