

Traduzione dell'articolo "FINDING  $V_X$ " di Ed Kolano tratto dalla rivista SPORT AVIATION di maggio 2002.

## DETERMINAZIONE DELLA $V_X$

Riduzione dei dati della salita a dente di sega.

### SOMMARIO

Continua la serie di articoli di Ed Kolano relativi alla salita con la metodologia del dente di sega. Questa volta utilizza i dati per determinare la miglior velocità del velivolo per la salita rapida ( $V_X$ ), quella che consente il maggior angolo di salita o di rampa (i numeri sono un po' ballerini, per cui i conti presentati non tornano bene, ma il concetto è chiarissimo, ndt).

In "Test Pilot" del mese di aprile, abbiamo utilizzato i dati delle salite a dente di sega dei velivoli RV-6A degli Young Eagles per la pianificazione il volo e per disporre di semplici strumenti durante il volo. Nel corso dell'esame dei dati, ci siamo serviti del giudizio ingegneristico per stabilire la validità di ogni valore rilevato, abbiamo eliminato quelli sospetti di essere non affidabili e spiegato il motivo di ciò.

Questo mese, "Test Pilot" utilizzerà i medesimi dati grezzi per determinare il massimo angolo di salita del RV-6A e la velocità  $V_X$  associata. La figura 1 mostra la tabella per la riduzione dei dati a 3500 ft di quota densità utilizzata la volta scorsa. A cui abbiamo aggiunto due colonne: una per la velocità vera, l'altra per l'angolo di salita. Utilizzeremo la velocità vera nel calcolo della  $V_X$  e l'angolo di rampa ci servirà successivamente.

### **Divertiamoci con i numeri**

Abbiamo calcolato la velocità vera con una formula un po' complicata, ma si possono usare più semplicemente i diagrammi o il computer, giacché conoscete la quota densità e la velocità calibrata. In questo esempio, la velocità osservata e quella calibrata sono le medesime. Forse non è così per il vostro velivolo.

Al momento dell'esecuzione delle vostre prove di salita, dovrete aver completato quelle di calibrazione della velocità e costruita la tabella che vi permette di convertire la velocità osservata in calibrata. Questo lo farete dopo le prove di salita, cosicché il foglio presenterà la colonna della velocità calibrata.

Per essere corretti tecnicamente, dovrete convertire la calibrata in equivalente e usare quest'ultima, insieme con la quota densità, per determinare la velocità vera. Non dovete preoccuparvi della conversione calibrata-equivalente se la velocità di salita e la quota sono, rispettivamente, entro i 200 kts e i 10000 ft. Questi valori riguardano lo RV-6A e quasi tutti gli altri velivoli monomotori a elica.

Prova	Velocità osservata	Quota press.	Quota press.	Interv. quota	Press. Media	Tempo crono.	ROC medio	OAT (°F)	Quota densità	Velocità vera	Angolo di salita	Note
-------	--------------------	--------------	--------------	---------------	--------------	--------------	-----------	----------	---------------	---------------	------------------	------

	mph	Iniziale ft	Finale ft	press. $\Delta$ ft	ft	s	ft/min		ft	mph		
1	80	3250	3750	500	3500	32	938	51	3794	85	6.28	
2	70	3250	3750	500	3500	37	811	51	3794			Scarsa confidenza. Troppo veloce; ROC troppo elevato. <b>Non usare</b>
3	90	3250	3750	500	3500	30	1000	51	3794	95	5.95	
4	65	3250	3750	500	3500	45	667	51	3794	69	5.49	VSI 650
5	100	3250	3750	500	3500	29	1034	52	3859	106	5.53	
6	75	3250	3750	500	3500	37	811	52	3859	79	5.78	VSI 750
7	85	3250	3750	500	3500	31	968	52	3859	90	6.09	VSI 1000
8	70	3250	3750	500	3500	40	750	51	3794	74	5.74	
9	95	3250	3750	500	3500	29	1034	52	3859	101	5.83	Confidenza 3/5
10	120	3250	3750	500	3500	30	100	52	3859	127	4.46	VSI 1050
11	140	3250	3750	500	3500	39	769	52	3859	148	2.94	

Figura 1

Servendovi della velocità calibrata e della quota densità, determinerete la velocità vera per ogni salita a dente di sega e inserirete il risultato nella colonna della velocità vera. Non dovrete eseguire l'esercizio per i punti che sono stati scartati, come il punto 2 del foglio di lavoro. Se il dato non era buono per la  $V_Y$ , non c'è ragione che lo sia per la  $V_X$ .

### Divertiamoci con le curve

La figura 2 mostra un velivolo in salita, con le frecce che rappresentano la velocità vera (che avete appena calcolato) lungo la traiettoria di volo e la velocità verticale (calcolata il mese scorso). Non serve la velocità vera orizzontale per i nostri conti ma serve per indicare l'angolo della traiettoria o di salita.

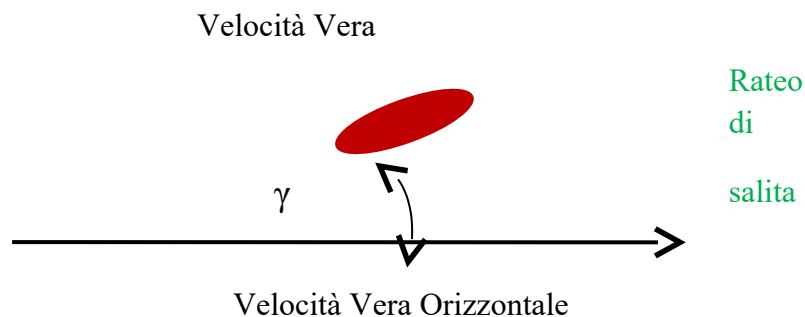


Figura 2

In aprile, abbiamo mostrato come realizzare un diagramma velocità osservata-rateo di salita per ognuna delle tre quote densità di prova. La figura 3 mostra un diagramma simile a quello,

ma questo utilizza i dati della velocità vera della tabella. Dobbiamo utilizzare la velocità vera per questi calcoli; utilizzando quelli osservati o calibrati otterremo risultati della  $V_x$  poco attendibili.

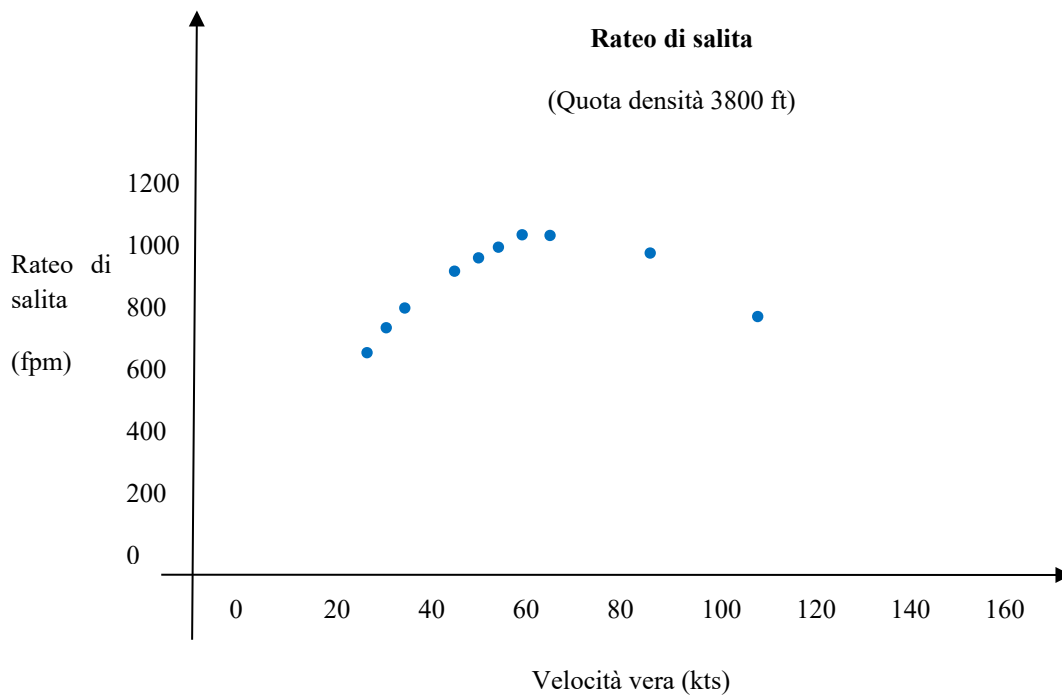


Figura 3

Osservate che gli assi della figura 3 iniziano dallo zero e le scale sono lineari (cioè presentano la stessa distanza tra 20 e 40 kts e 80 e 100 kts). Questi due criteri sono essenziali per il metodo di lavoro.

Osservando la figura 2, potete vedere che più lunga è la freccia del rateo di salita, in rapporto alla velocità vera, più ripido è l'angolo della traiettoria. In altre parole, l'angolo di salita più ripido si ha quando il rapporto tra il rateo di salita e la velocità vera è il massimo ottenibile.

Tracciando una linea continua tra i punti della figura 3, si ottiene la figura 4, che ci mostra i dati compresi tra i punti di prova. Allora, possiamo eliminare le tracce dei punti di prova per ottenere un grafico più chiaro.

Possiamo utilizzare la figura 4 per determinare il massimo rapporto ROC-TAS tracciando la retta dall'origine (0 TAS, 0 ROC) alla curva in modo che la tocchi senza attraversarla. Questa retta tangente dall'origine alla curva determina un punto proprio sopra la  $V_x$  e a destra del ROC (ndt). Esso rappresenta la velocità verticale maggiore per il minimo angolo di traiettoria, massimizzando il rapporto ROC-TAS.

### Ancora un po' di numeri

Ora che conosciamo la velocità vera  $V_X$  e il rateo di salita, a questa velocità, possiamo usare il triangolo della figura 2 e con un po' di trigonometria possiamo calcolare l'angolo di salita alla  $V_X$ .

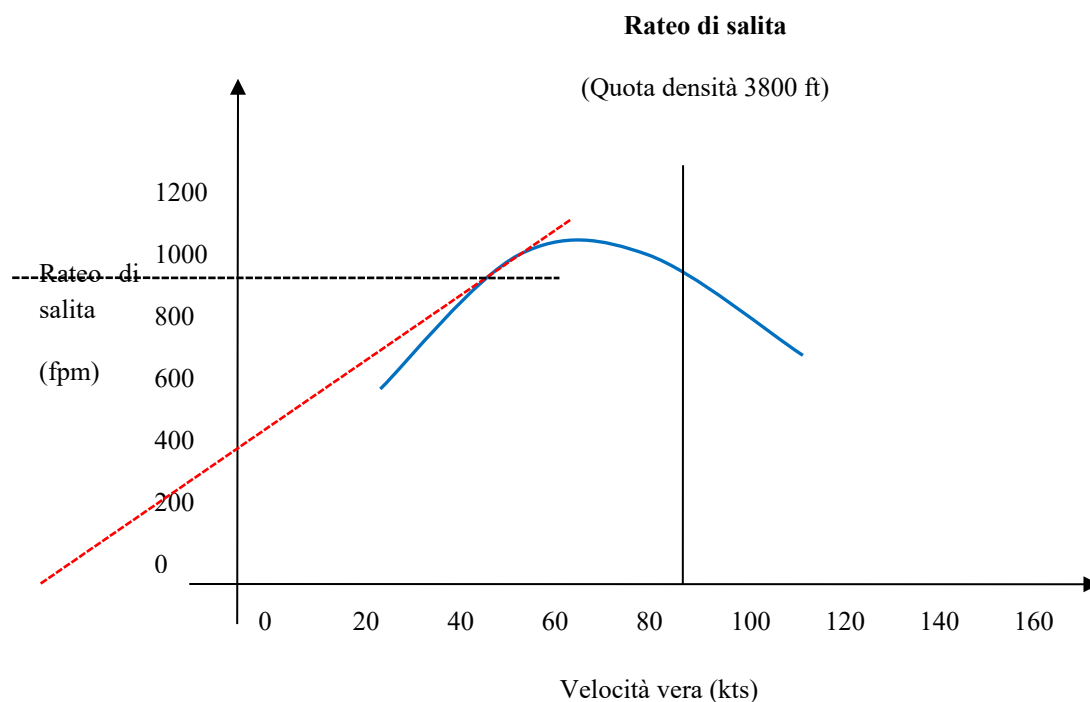


Figura 4

Le tre frecce della velocità nella figura 2 tratteggiano un triangolo, che ci permette di usare la formula del seno (SIN) per determinare l'angolo di rampa ( $\gamma$ ).

$\text{Sin } \gamma = \text{lunghezza del lato opposto all'angolo} / \text{lunghezza dell'ipotenusa},$

$$\text{Sin } \gamma = \text{ROC} / \text{TAS}$$

La velocità vera è in kts e il rateo di salita è in piedi al minuto, cosicché dobbiamo eseguire una conversione per assicurarci che distanze e tempi siano espressi nelle stesse unità. Usando i valori della figura 4, abbiamo

$$\text{Sin } \gamma = (910 \text{ ft/min} / 84 \text{ nm/hr}) * (60 \text{ min/hr} / 6076 \text{ ft/nm})$$

I 60 minuti per ora e i 6076 piedi per miglio nautico sono delle semplici conversioni per eliminare le unità di misura e avere un numero adimensionale. Se i vostri dati sono in miglia/ora (terrestri, ndt) invece di nodi (marine, ndt), sostituite 6076 con 5280. Una volta che conoscete  $\text{sin } \gamma$ , potete usare il computer o le tabelle trigonometriche per determinare l'angolo di salita. Nel nostro caso, l'angolo di rampa vale 6,14 gradi e la Tan (6.14) vale 0,108.

Per trovare la distanza orizzontale necessaria per superare l'ostacolo di 50 ft durante la salita alla  $V_X$  alla quota densità di 3800 ft, dobbiamo dividere l'altezza dell'ostacolo per il gradiente di salita ( $50/0,108=463 \text{ ft}$ ).

Ricordatevi che questa distanza non tiene conto del decollo o della distanza per accelerare alla  $V_X$ . Così come non conteggia il vento o il rientro dei flaps o qualunque altro cambio di configurazione, per cui assicuratevi di pianificare il volo in modo conservativo.

### Qualche difficoltà con i numeri

Ora ripetiamo l'intero processo per le altre quote oggetto di prova. Utilizzando le tre quote di prova di salita a dente di sega dei nostri RV-6A, abbiamo trovato  $V_X = 79$  kts per le tre quote, 3800, 6700 e 9600 piedi.

Strano. Teoricamente, la velocità osservata dovrebbe aumentare all'incirca di 0.5 % per ogni 1000 ft di quota. Prima di gettare tutto il lavoro, vediamo se questo disallineamento con la teoria influisce sui dati.

Di solito, le salite per superare un ostacolo alla  $V_X$  sono brevi, pertanto non abbiamo timore a mantenere l'esatta velocità per lungo tempo. Ma vogliamo essere sicuri se volare un paio di nodi in più o in meno della  $V_X$  influenzi in maniera apprezzabile l'angolo di salita.

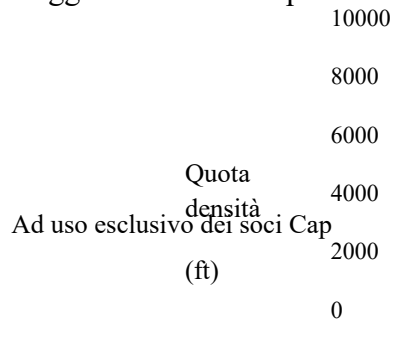
Abbiamo visto, dalle nostre prove, che volare 2 nodi in più e in meno della  $V_X$  influenza l'angolo di salita e il percorso in orizzontale per superare l'ostacolo di 50 piedi. Il massimo effetto sull'angolo di salita si ottiene ai 3800 ft di quota densità e vale 0,08 gradi.

Ciò significa che, se siamo saliti con lo RV-6A 2 nodi più veloci dei 79 kts ottenuti dalle nostre prove, abbiamo necessità di ulteriori 6 piedi di percorso per superare l'ostacolo di 50 ft. Se abbiamo volato più lenti di 2 nodi, ne richiederemo 4 in più. A 9700 ft di quota densità la penalizzazione per volare 2 nodi in più o in meno rispetto alla  $V_X$  richiede 1 piede aggiuntivo per superare l'ostacolo di 50 ft.

Riportando quest'analisi al suolo, la distanza orizzontale addizionale non dovrebbe superare le 10 ft o 1,4% circa della distanza orizzontale dall'inizio della salita alla  $V_X$  al superamento dell'ostacolo. Ne concludiamo che le nostre prove sono state sufficientemente accurate per volare con il nostro aeroplano.

A questo punto, disponiamo delle  $V_X$ , degli associati ratei e gradienti di salita per le tre quote densità di prova. Diagrammando  $V_X$  rispetto alla quota densità, disporremo della singola  $V_X$  per ogni quota tra la minima e la massima delle prove. La figura 5 ce la mostra. Poiché i nostri dati forniscono la stessa  $V_X$  osservata di 79 kts, la linea congiungente sarà una retta verticale.

Il vostro risultato può essere differente e forse indicherà velocità  $V_X$  crescenti con la quota densità. Abbiamo indicato la linea estrapolata a quota densità zero, ma come detto il mese scorso, è una piccola forzatura. Un'altra salita a dente di sega attraverso i 1500 ft di quota densità ci darà una maggiore confidenza per l'extrapolazione a quota zero.



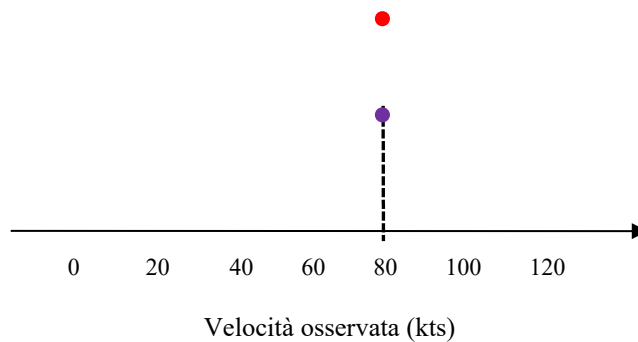


Figura 5

Nei tre mesi scorsi, abbiamo introdotto la tecnica della salita a dente di sega, abbiamo spiegato come metterla in pratica e mostrato come ridurre i dati di prova. Abbiamo usato i dati grezzi raccolti nelle prove in volo dagli RV-6A delle Young Eagles della EAA e ottenuto le curve di  $V_Y$  rispetto alla quota densità da utilizzare per la pianificazione del volo e come riferimento durante i voli. La  $V_X$  trovata rispetto alla quota densità non è proprio vicina a quella teorica, ma ci ha permesso di presentare un'analisi post-volo e, in questo caso, di accettare i risultati acquisiti in prova.

Non ci siamo rilassati durante le prove di salita. Durante la discesa tra ogni salita, abbiamo raccolto dati di prestazione in discesa, che sarà l'argomento del prossimo mese.

.....omissis.....