

Traduzione di “RANGE & ENDURANCE TESTING” di Ed Kolano, da Sport Aviation di febbraio 2000

Autonomia & prove di durata. Disegnare la curva di potenza del vostro velivolo.

PROVE DI AUTONOMIA

SOMMARIO

Uno della una serie di articoli dedicati alle prove in volo. Questo mese spiega con sufficiente e chiaro dettaglio come eseguire le prove in volo, in tutta sicurezza, per costruire la curva della potenza necessaria del velivolo.

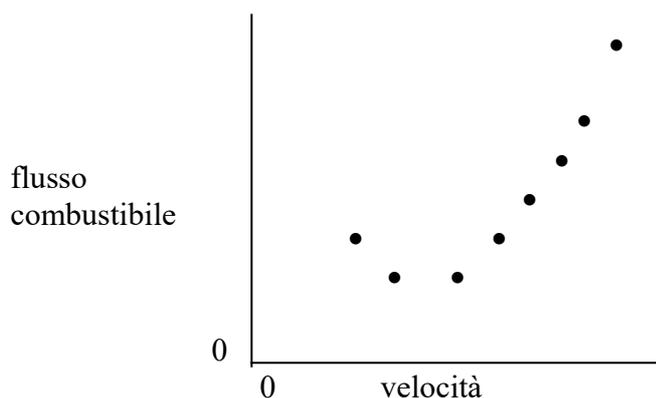
Nel precedente articolo di “Test pilot”(gennaio 2000), abbiamo esaminato alcuni elementi basilari delle prestazioni in volo, abbiamo mostrato che la conoscenza del flusso di combustibile del vostro velivolo in volo livellato a diverse velocità consente di determinare le massime autonomie chilometrica e oraria, e abbiamo spiegato che voi potete determinare le velocità a cui si ottengono queste prestazioni caratteristiche. Ora, discuteremo come eseguire le prove in volo livellato che vi consentiranno di ottenere i dati e quali dati dovete registrare in prova.

La chiave di tutti i voli prova è la *sicurezza!* Prima di iniziare le prove di prestazione voi dovete aver eseguito alcuni voli per “aprire” l’involuppo di volo. Per esempio, vi diremo che durante le prove dovete raccogliere dei dati del vostro velivolo alla massima e alla minima velocità in volo livellato, cosicché voi dovete conoscere che potrete far volare con sicurezza il vostro velivolo fino a queste velocità limite.

In altre parole, non dovete neppure pensare di registrare dati di prova al vostro primo volo. Concentratevi sull’apertura dell’involuppo di volo, assicurandovi che il vostro velivolo abbia stabilità, controllabilità e maneggevolezza accettabili.

L’idea alla base delle prove di volo livellato è semplice. Voi volerete a quota costante e varierete il regime di potenza del motore. Questo vi permette una velocità differente per ogni livello di potenza. Quando cambiate il livello di potenza coll’apertura del gas, voi regolate il flusso di combustibile.

Ripetendo questa procedura a diversi valori di velocità, vedrete che c’è un solo livello di potenza, flusso di combustibile, che consente di mantenere il volo livellato a quella particolare velocità, da quella di avviso di stallo alla massima in volo orizzontale. Voi non dovete provare a tutte le velocità, perché potrete disegnare un grafico simile a quello della figura. Con un numero sufficiente di dati potrete completare la curva anche nei punti di cui non disponete dei valori. Disegnata la curva, eseguendo pochi e semplici calcoli, avrete a disposizione tutte le prestazioni in volo livellato che vi servono per ottimizzare l’uso del vostro velivolo.



Noi piloti maneggiamo, continuamente, molti tipi di numeri, come quota e velocità e spesso assumiamo di conoscere *esattamente* il loro significato. Per es. si cita spesso la velocità del velivolo, ma quale velocità? Vera? Calibrata? Indicata? Molti non lo sanno, ma se confondete la velocità vera ad alta quota con una velocità indicata a s.l., resterete delusi.

Se vi aspettate dei risultati precisi dalle vostre prove in volo, voi dovete utilizzare dei numeri specifici, e noi useremo dei numeri specifici in tutti gli articoli di “Test pilot”. A meno che non sia diversamente chiarito, tutte le quote saranno delle quote pressioni (h_p). il vostro altimetro dà la quota quando è selezionato su 29.92”. Voi avete bisogno di conoscere la quota pressione e la temperatura esterna (OAT) per calcolare la quota densità (h_D ricordate che è la quota densità). La quota densità è ciò di cui il vostro motore ha bisogno per dare potenza.

Le velocità possono confondere. Tutti i piloti conoscono che la velocità letta sullo strumento è la velocità indicata, ma non molti piloti hanno sentito parlare di velocità indicata vera, che tiene conto dell'errore strumentale o della sonda. Evitiamo questa confusione chiamando la velocità che voi osservate *velocità osservata* (V_O). Spiegheremo meglio questi termini, quando affronteremo i calcoli post-volo. Mentre V_O è importante per voi, quando siete in cabina, avete bisogno della velocità vera (V_T) per il calcolo dell'autonomia chilometrica, e dovete usare h_D per determinare V_T .

Ogni curva di potenza ha due porzioni e la figura mostra la potenza necessaria, o il flusso richiesto, divisa in due porzioni: anteriore e posteriore. L'area alla destra del punto più basso si chiama anteriore, quella a sinistra posteriore (altri usano 1° e 2° regime rispettivamente, ndt). La distinzione è opportuna perché la tecnica di prova è differente, in dipendenza da quale lato della curva si sta volando. Prima di passare all'esame completo e alla procedura, vediamo le due tecniche.

Ammettiamo di volare a 140 kts (A). Avanzando la manetta del gas, il motore dà più potenza. Se mantenete il volo livellato, il velivolo accelera fino a raggiungere la velocità maggiore, fino a raggiungere il valore della potenza necessaria, nel punto B.

Qualora riducete il gas al punto A, il motore fornirebbe meno potenza di quella necessaria per il volo livellato nel punto A. Se mantenete la quota costante, il velivolo rallenterà fino al valore di potenza richiesta dalla velocità in C.

Durante le prove da questa parte della curva, voi partite da un livello stabilizzato di volo (A) e registrerete alcuni dati, di cui parleremo dopo. “Stabilizzato” significa che la potenza è fissata; non state salendo, scendendo o virando e la vostra velocità è costante. Adesso, arretrate un poco la leva del gas. A valori elevati di potenza, potrete fare elevate riduzioni di potenza, ma dovrete fare piccole riduzioni se la velocità è bassa.

Il vostro motore, adesso, sta fornendo meno potenza di quanta il velivolo necessita per mantenere la velocità iniziale, perciò rallenta. Se mantenete il volo livellato, alla fine il velivolo cessa di rallentare e si pone in una nuova situazione stabilizzata (C). siete ritornati in una situazione di volo stabilizzato, quando la riduzione di velocità è inferiore a 2 kts al minuto. Registrate i nuovi dati, ritardate il gas e ripetete la procedura.

Alla fine, raggiungerete il punto più basso della curva potenza necessaria o flusso di combustibile richiesto (D). Se a questo punto riducete ancora il gas, il motore fornirà meno potenza del necessario, e il velivolo rallenterà. Solo adesso, per mantenere la quota bisogna aumentare la potenza del motore. In altre parole, una maggiore potenza è richiesta per volare più piano, quando si sta dalla parte posteriore della curva di potenza. Più lentamente vorrete volare, maggiore sarà il deficit di potenza. Dal lato posteriore della curva di potenza necessaria (2° regime ndt), il velivolo continua a rallentare in volo livellato se non si aumenta la potenza.

Durante le prove dal lato anteriore (1° regime ndt), voi semplicemente riducete la potenza e aspettate che il velivolo si stabilizzi su una nuova e più bassa velocità, mantenendo la quota costante. Dal lato posteriore (2° regime), invece di attendere di vedere quale velocità vi consente la

potenza, voi vedrete quanta potenza è necessaria per volare a una certa velocità a quota costante. Le prove dalla parte posteriore della curva vi danno il margine tra la velocità di stallo e quella di massima autonomia e la penalizzazione in autonomia per volare alla velocità non ottimale, p.e. 5 kts più bassa di quella ottimale.

Supponiamo che il punto più basso della curva sia a 110 kts. Volete il dato a 95 kts. Dalla vostra condizione stabilizzata a 110 kts, segnate rpm (p.e. 1800) e quindi arretrate un po' il gas. Appena la velocità si avvicina a 95 kts, avanzate la manetta in una posizione appena più avanti di quella minima. Vedrete che aumenta la potenza per andare a una velocità inferiore a quella del punto più basso della curva; però non sapete quanto. Ammettiamo di portarci a 2000 rpm.

Con attenzione mantenete il target dei 95 kts azionando la barra indietro o avanti - si mantiene sempre la velocità target usando solo l'equilibratore. Se avrete fatto bene, i 2000 rpm manterranno il velivolo in volo livellato a 95 kts. Molti piloti collaudatori, inclusi i professionisti, non sempre fanno bene, così, forse, salirete o scenderete un po'. In questo caso, registrate il rateo di salita o discesa.

Ammettiamo che saliate a 200 fpm. Significa che il motore sta fornendo più potenza di quella richiesta per il volo livellato a 95 kts. Riducete la potenza un poco. Per esempio, a 1900 rpm. Volate ancora a 95 kts, finché tutto si stabilizza. Supponiamo che scendiate a 100 fpm. Ora saprete che la potenza giusta, per il volo livellato, è compresa tra 1900 e 2000 rpm.

Un rapido conto a mente: 100 rpm di differenza, tra 1900 e 2000 rpm, danno 300 fpm di rateo verticale (200 in salita e 100 in discesa). Darete un po' di potenza per superare 100 fpm in discesa o 1/3 di 300 fpm di rateo verticale. Darete 1/3 degli rpm, cioè 33 rpm.

Bene, 33 rpm è la più precisa regolazione di gas che voi potete leggere sul vostro strumento, così ponete il gas il più vicino possibile a 1930 rpm e continuate a mantenere il target di 95 kts. Se la quota cambia meno di 50 piedi in un minuto, dopo la stabilizzazione a 1930 rpm e 95 kts, potete registrare il dato. Se siete ancora in lieve salita o discesa, variate un pizzico il gas e inchiederete la velocità a 95 kts, in volo livellato.

Le prove da questa parte della curva sono piuttosto difficili, rispetto a quelle di destra, ma entrambe richiedono pazienza. Evitate la tentazione di raggiungere in fretta la conclusione di aver raggiunto la posizione stabilizzata. Per la parte anteriore (1° regime ndt), cronometrate almeno un minuto prima di concludere che la velocità sta scendendo meno del massimo ammesso di 2 kts al minuto. Non pensate di risparmiare tempo assumendo che una riduzione inferiore a 1/2 kts in 15 secondi sia la stessa cosa. Analogamente, per la parte di sinistra (2° regime ndt). Cronometrate almeno un minuto, prima di concludere che la quota sta diminuendo meno di 50 piedi. Non usate il VSI per questa prova; osservate l'altimetro. La FAA richiede di volare un certo numero di ore di prova, prima di volare liberamente, cosicché perché non usare questo tempo per ottenere dei dati migliori?

Adesso, con quale precisione voi dovete volare? Per le prove nella zona anteriore, fate attenzione che il velivolo non salga o scenda, una volta che la velocità varia meno di 2 kts al minuto. Anche una piccola variazione di quota (salita/discesa) può influire sulla decelerazione, così è importante inchiodare la quota. Quando il velivolo inizia a rallentare, potrebbe ancora salire o scendere. Questo non altera l'accuratezza della vostra misura, se mantenete costante la quota, entro un paio di centinaia di piedi rispetto al target di quota, durante l'esecuzione del check dei 2 kts al minuto.

La precisione, dall'altra parte della curva, è simile, ma la velocità è il parametro che voi realmente dovete mantenere costante. Perciò, quanto più a lungo manterrete la quota entro un paio di centinaia di piedi della quota di prova, tanto più il vostro dato sarà preciso.

Se vi accorgete da soli che la quota varia più di un paio di centinaia di piedi rispetto a quella di prova, dovete ripetere la prova. Osservate i giri del motore, quindi riportate il velivolo alla quota di prova, ristabilite l'ultima posizione di rpm e velocità e ripetete la prova.

Per entrambi i lati della curva, è più importante essere stabilizzati che essere esattamente alla quota di prova. Un brusco movimento del comando può compromettere i vostri dati. Una volta che

cominciate a cronometrare, se il velivolo è stabilizzato, voi non dovrete aver bisogno di usare i comandi. Se il livello di precisione appare troppo difficoltoso, non scoraggiatevi. Esercitatevi quando volate per diletto. Quando vi sentite pronti, eseguite i voli di prova.

La turbolenza renderà frustranti i vostri sforzi per i voli prova. Le prime ore del mattino sono usualmente quelle migliori per trovare l'aria tranquilla. Voi potete anche aiutarvi, non volando in zone soggette a turbolenza. Per esempio, se volate in prossimità delle cime dei monti o della spiaggia del mare.

Lato anteriore (1° regime ndt).

1. Alla quota di sicurezza, selezionate l'altimetro su 29,92" (e ricordatevi di riportarlo al valore iniziale prima dell'atterraggio).

2. Dalla quota appena superiore a quella di prova, eseguite una dolce discesa alla quota di prova, per ottenere la massima velocità in volo livellato (V_{max}) più 10 kts, a tutta potenza. La ragione della picchiata è di assicurarsi che il vostro velivolo sia un po' più veloce della V_{max} . La potenza necessaria è maggiore di quella richiesta, perciò il velivolo rallenta, finché si stabilizza alla sua V_{max} . Questa tecnica è più efficiente che lasciare che il velivolo acceleri alla sua massima velocità.

3. Mantenete la quota e lasciate che il velivolo rallenti dalla "picchiata".

4. Quando la decelerazione è inferiore a 2 kts in un minuto, registrate la quota pressione (h_p , quella segnata dall'altimetro quanto regolato su 29,92"), la velocità osservata (V_O), il flusso di carburante, OAT, rpm, peso combustibile, note.

Non userete gli rpm nei vostri calcoli, ma sarà un utile mezzo per regolare la potenza usando i nuovi grafici delle prestazioni. Il peso del combustibile è incluso per conoscere il peso del vostro velivolo, quando raccogliete i dati. In pratica, i sensori di livello combustibile non sono abbastanza precisi. Voi potete determinare il peso medio del vostro velivolo durante le prove, stimando il combustibile usato in base al suo flusso, o registrando quanto combustibile serve per il suo rifornimento, dopo l'atterraggio.

5. Riducete la potenza.

6. Ripetete i passi da 3 a 5, (a velocità più basse ndt) finché il velivolo non mantiene più il volo livellato. Gli ultimi dati rilevati prima di ridurre la potenza, che non mantiene il volo livellato, sono il minimo della curva della potenza necessaria (o flusso di combustibile)-velocità. Continuate la prova con la tecnica del lato posteriore.

Lato posteriore (2° regime ndt).

1. Riducete poco la potenza dal valore usato per il più basso valore della parte anteriore, che è, o dovrebbe essere vicino, al punto di minimo, per consentire al velivolo di rallentare.

2. Appena il velivolo si avvicina al nuovo valore di velocità più bassa, aumentate la potenza di un pochino, rispetto a quella usata per l'altro lato della curva per ottenere il punto più basso.

3. Mantenete la velocità stabilita, che dovrebbe essere qualche nodo più bassa di quella del punto di minimo. Annotate rateo di salita o discesa e rpm. Se sale, riducete un poco la potenza. Se scende, date un po' di potenza.

4. Continuate a mantenere la velocità stabilita, e annotate il nuovo rateo di salita o discesa e i nuovi rpm.

5. Interpolate i ratei di salita/discesa e il valore di potenza dai punti 3 e 4, e regolate gli rpm necessari per mantenere volo livellato e velocità prestabilita.

6. Regolate la potenza un pochino, se necessario, per raggiungere il volo stabilizzato, con meno di 50 piedi di variazione di quota in un minuto alla velocità scelta.

7. Registrare h_p , V_O , f/f , OAT, rpm, peso combustibile e note.

8. Ripetete i passi da 1 a 7 a velocità progressivamente più basse.

Quando avete terminato, riportate l'altimetro al valore locale. Se avete pianificato di terminare il volo presso il vostro aeroporto, potete fare la discesa con motore al minimo,

minimizzando il consumo di combustibile per il rientro. Potrebbe aiutarvi a determinare con maggior precisione il peso del velivolo in prova.

Le prove in volo livellato sono molto più semplici con un flussometro preciso, poiché potrete raccogliere tutti i dati necessari, dalla velocità di avviso di stallo alla massima, durante un singolo volo. Potete collaudare il velivolo anche senza flussometro, ma questo richiede un numero superiore di voli, per calcolare il flusso basandosi sulla quantità consumata di combustibile. (Se non avete ancora completato il vostro velivolo, potreste pensare di installarne uno, qualora non lo aveste già deciso).

L'unico modo per misurare la quantità di combustibile consumato è di rifornire il serbatoio, così p.e., avrete i dati una velocità di prova per un solo volo. E ciò sarà più semplice se avete due serbatoi.

Il metodo dei due serbatoi prevede l'uso di uno di questi a scopo "amministrativo": rullaggio, decollo, salita, discesa, atterraggio e rullaggio di rientro. L'altro serbatoio per le prove in crociera o volo livellato. In questo modo, potrete rifornire il serbatoio di prova dopo l'atterraggio e conoscere quanto combustibile il motore ha consumato durante la parte di volo dedicata alle prove.

1. Rifornite (tutti) i serbatoi.

2. Avviate, rullate, decollate, salite in quota e stabilite la condizione di crociera usando il combustibile del serbatoio "amministrativo". La condizione di prova è una situazione di volo stabilizzata a velocità e quota prestabilite.

3. Selezionate il serbatoio di prova e cominciate a cronometrare.

4. Mantenete il volo stabilizzato abbastanza a lungo, per consumare abbastanza combustibile, in modo da poterlo conoscere al successivo rifornimento.

5. Registrate hp, V_O , OAT, rpm, e note; ripetete il percorso alcune volte, così potrete calcolare il valore medio di OAT e V_O .

6. Bloccate il cronometro e selezionate il serbatoio "amministrativo", prima di scendere. Registrate il tempo trascorso, e non dimenticate di regolare l'altimetro.

7. Dopo l'atterraggio, rifornite il serbatoio prova e registrate quanto combustibile avete messo. Il flussometro, per questi punti di prova, è costituito dal combustibile bruciato diviso per il tempo impiegato per la prova.

8. Rifornite l'altro serbatoio, così potete calcolare il peso del velivolo durante la prova.

9. Ripetete i passi da 1 a 8 nei voli successivi. Ogni volo fornisce un solo dato di prova, così variando la velocità di prova in ogni volo, potete mappare l'involuppo di velocità del velivolo in volo livellato.

Ci sono alcuni inconvenienti da segnalare, quando si usa questo metodo. Ricordate che i calcoli del motore e della velocità vera, dipendono dalla densità-quota. Durante i voli prova, voi stabilite la condizione di crociera a una certa quota pressione. Avete registrato la OAT, così potrete calcolare la densità quota durante la prova. Nei voli successivi, voi dovrete volare alla stessa quota densità del primo volo. Ciò significa che dovete disporre di un diagramma quota, o un computer di volo, durante i successivi voli per scegliere la quota pressione, basata sulla OAT, per determinare la stessa quota densità del primo volo.

Più coerenti manterrete le condizioni del velivolo durante ogni volo, nelle prove con doppio serbatoio, migliori saranno i risultati. Se intendete volare con qualcuno, che fatelo in ogni volo. Svolgeremo alcune considerazioni di dettaglio, sul peso, quando parleremo dei calcoli postvolo.

Prima di tutto, la sicurezza. Punto!

Quando si fa la dolce picchiata per la massima velocità in volo livellato: non superate la V_{NE} !

Non fate stallare inavvertitamente il velivolo, cercando di raggiungere la velocità più bassa, durante le prove nel lato posteriore (2° regime ndt). Voi non volerete comunque, in crociera, a velocità così basse, avvicinarvisi sarà sufficiente. Ricordate, l'obbiettivo di queste prove è di determinare dei grafici/tabelle di autonomia e durata a voi utili. A meno che non abbiate una

curiosità personale, non dovete provare il vostro velivolo alla massima velocità orizzontale o troppo vicino alla velocità di stallo.

Potete utilizzare la tecnica di prova del lato posteriore per quelle del lato anteriore, ma non viceversa.

Impoverite la miscela, se intendete farlo anche durante i normali voli di trasferimento. Desiderate volare con miscela ricca? Eseguite così le prove. Desiderate volare con miscela povera? Eseguite così le prove. Autonomia e durata sono gli indicatori della rapidità di consumo del combustibile, e le tecniche d'impoverimento della miscela rappresentano un fattore importante del consumo.

Il prossimo mese, vi spiegherò cosa fare dei registrati durante le prove nei due lati della curva potenza-velocità. Iniziando con dei numeri grezzi, convertiremo la quota pressione e la temperatura in quota densità, e la velocità osservata in velocità vera.

Poi, metteremo in grafico i dati e mostreremo come trovare la velocità di massima autonomia e quanto distante possa andare alla velocità di massima durata, così come vedremo quanto a lungo potrà stare volo. Infine, discuteremo gli effetti dei differenti pesi, quote, e configurazioni.

Fino ad allora, per favore inviateci i vostri commenti, domande, e suggerimenti per prossimi argomenti per Test Pilot , EAA Publications. P.O. Box 3086, Oshkosh, WI 54903-3086. indirizzate commenti per e-mail a editorial@eaa.org, e scrivete TEST PILOT come oggetto del vostro messaggio.