

Traduzione dell'articolo "STABILITY & FRICTION" di Ed Kolano tratto dalla rivista Sport Aviation di dicembre 2001.

STABILITÀ LONGITUDINALE E ATTRITO DEI COMANDI

Tecnica di prova della stabilità statica longitudinale

SOMMARIO

Articolo di Ed Kolano della serie dedicata alle prove in volo, a come eseguirle, a quali precauzioni prendere per la sicurezza in volo. Affronta il problema del probabile mascheramento degli sforzi di comando reali nella valutazione della stabilità statica longitudinale.

In ottobre "Test pilot" ha introdotto la stabilità statica longitudinale non manovrata. In novembre abbiamo spiegato come l'attrito dei comandi genera una banda di velocità di trim, una banda di velocità nella quale il velivolo si mantiene con la barra libera (hands-off) senza sforzo apparente e abbiamo fornito, passo-passo, la tecnica di volo per determinare questa banda di velocità di trim del velivolo. Essa potrebbe rappresentare tutto quanto vi serve per determinare se l'attrito dei comandi di volo del velivolo è trascurabile. Quanto segue è la verifica per determinare l'entità dell'attrito dell'impianto dei comandi di volo e in quale modo influenza le qualità di maneggevolezza del velivolo.

Approccio fondamentale

Stabilirete la stabilità statica longitudinale del velivolo misurando quanta forza a cabrare o picchiare è necessaria, rispettivamente, per volare più piano o più veloce della velocità a cui avete trimmato l'aeroplano. Si inizia stabilizzando il velivolo in volo rettilineo e livellato, trimmato per un volo a comandi liberi.

Non è del tutto indispensabile che il volo sia livellato (una debole salita o discesa è accettabile), ma è indispensabile che sia un volo stabilizzato. Controllate la velocità osservata (quella letta sul vostro indicatore). Valga, per esempio, 120 kts.

Di solito, la prima prova dovrebbe consistere nel determinare la banda di trim, servendosi della tecnica esaminata il mese scorso. Per quest'esempio, abbiamo determinato una banda tra 114 e 124 kts.

Riduciamo a 110 kts la velocità di trim di 120 kts, solo tirando la barra in pancia. Assicuratevi che la velocità scelta sia al disotto della minima della banda di trim. Non trimmate e non regolate il motore o l'elica.

Dopo aver stabilizzato il velivolo a 110 kts costanti, osservate quanta forza, a cabrare, vi serve per mantenere la velocità. Non c'è bisogno di misurarla, perché basta assicurarsi che essa aumenti con lo spostamento della barra, rispetto alla posizione di trim. Spiegheremo come distinguerla da quella del comando tra poco.

Dopo aver preso confidenza con lo sforzo a cabrare per volare a 110 kts, rallentate e stabilizzate a 100 kts. Adesso, la forza dovrebbe essere maggiore di quella richiesta a 110 kts. Potete continuare fino a raggiungere la velocità di avviso dello stallo, ma potrebbe portarvi troppo lontano dalla condizione di volo in crociera. Per questa condizione, l'idea è di imparare quanto sforzo serve per volare più piano o più veloce della velocità di trim. Operativamente, si tratta di una situazione temporanea, poiché dovrete trimare per una nuova velocità. In condizione di procedura di atterraggio, la motivazione della prova è differente. Qui, dovete conoscere lo sforzo per una variazione di velocità per potervene servire come informazione di ritorno fisica, come pure per rendervi conto di una variazione involontaria di velocità. E' una buona idea eseguire la prova al di sotto della velocità di avviso di stallo, naturalmente a quota di sicurezza.

Dopo aver ricavato gli sforzi per le velocità inferiori a quella più bassa della banda di trim, ripetete il processo per le velocità superiori alla maggiore della banda. Barra a picchiare e accelerate, ma senza trimare o regolare motore ed elica.

Nel nostro caso, avrete stabilizzato la velocità a 130 kts e notato quanto sforzo è necessario per mantenere la velocità. Ora picchiate un po' e accelerate a 140 kts, stabilizzati. Ripetete per ottenere gli sforzi a velocità superiori alla velocità di trim.

Ricordate che non state espandendo l'inviluppo di volo con queste prove. Non superate la VNE o ogni altra velocità dell'inviluppo che non sia stata già acquisita. Nella configurazione di atterraggio, non dovete superare le velocità massime previste con carrello e flaps estesi.

Certamente, la quota cambierà durante queste prove, ed è ovvio, purché ragionevole. Quando vi avvicinate sopra o sotto i 1000 ft rispetto alla quota di sicurezza, dove avete trimmato il velivolo, scendete o risalite alla quota prestabilita e continuate le prove. E' importante non trimare di nuovo il velivolo, non regolare motore ed elica durante il riposizionamento.

Nel nostro esempio abbiamo variato la velocità di 10 kts, anche se stabilizzare a un paio di nodi di differenza dal desiderato è comunque accettabile. Ciò che è importante è avere la confidenza con la variazione di sforzo volando al di fuori della velocità trimmata. La prevedibilità è una buona cosa, per cui lo sforzo dovrebbe aumentare dolcemente con la variazione della velocità. Lo sforzo dovrebbe essere abbastanza elevato da farsi sentire quando la velocità cambia, ma non tanto da rendere difficoltosa la sua variazione in volo.

La figura 1 mostra una curva semplificata della stabilità. Ricordate: lo sforzo sulla barracorrispondente ad una velocità specifica è la forza che serve a mantenere quella velocità; non è la forza richiesta per riportare la velocità al valore di quella di trim.

Attrito

La valutazione basica della stabilità risulterà più faticosa se la catena dei comandi di volo longitudinali presenta parecchio attrito. Questo aumenta lo sforzo necessario a far muovere

l'equilibratore. Inoltre, riduce lo sforzo necessario per mantenere l'equilibratore in una nuova posizione, perché l'attrito si oppone alla naturale tendenza della parte mobile a ritornare nella posizione iniziale.

Una verifica, in alcuni punti, dell'attrito può essere una buona idea, durante l'esecuzione delle prime prove. Nel nostro esempio, 110 kts è il primo punto di prova. Stabilizzate a questo valore applicando uno sforzo a cabrare, per decelerare dal punto di trim, 120 kts. Per raggiungere i 110 kts, probabilmente cambierete lo sforzo a cabrare, cercando di stabilizzare l'assetto ai 110 kts.

A questo punto, state esercitando uno sforzo a cabrare di 5 lb, per esempio. Per verificare l'attrito, riducete la vostra forza sulla barra (come avete fatto per determinare la banda di trim), finché osserverete che la prua del velivolo comincia a picchiare. Fate molta attenzione, perché il movimento a picchiare è molto piccolo. Basta muovere il capo per cambiare la correlazione tra i vostri occhi, la prua del velivolo e l'orizzonte e potrebbe apparire come una variazione dell'assetto, perciò mantenete ben fisso il capo per questa prova.

Non appena vedete picchiare la prua, valutate quanto vale la forza che state esercitando e cabrate un pochino per ridurre l'accelerazione. Lo sforzo a cabrare in questa situazione non deve superare le 5 lb iniziali, per stabilizzare i 110 kts. Il concetto è di restare nella banda d'attrito e mantenere i 110 kts. Se la velocità aumenta quando la prua picchia, ristabilite i 110 kts, senza trimmare o regolare motore ed elica.

Ammettiamo che appliciate 2 lb a cabrare quando il velivolo inizia a picchiare. Avete trovato il limite inferiore della banda d'attrito. Ripetete il processo in verso opposto. Cabrate lentamente, finché il velivolo inizia a rialzare la prua. Valutate lo sforzo che state esercitando sulla barra e poi tirate la barra fino alle 5 lb iniziali. Ammettiamo che lo sforzo che eseguite sia di 6 lb, quando osservate che la prua si rialza. L'attrito totale del vostro comando longitudinale è di 4 lb ($6-2=4$).

Dovete eseguire la prova in entrambe le direzioni poiché non sapete dove le vostre 5 lb a cabrare iniziali sono localizzate nella banda d'attrito, quando avete stabilizzato il velivolo a 110 kts. Nel nostro esempio, il velivolo mantiene i 110 kts per sforzi a cabrare compresi tra 2 e 6 lb. Solo sottraendo la forza piccola da quella elevata potrete determinare l'attrito del comando.

Il controllo casuale è una buona idea, ma la determinazione della banda d'attrito non è una prova che vorreste eseguire, a meno che non dobbiate trovare delle risposte a qualche problema di volo. Per esempio, potreste avere difficoltà nel mantenere la velocità in finale entro i 5 kts. Qualche volta, li inchiodate, qualche altra volta supponete di averli inchiodati, ma vi accorgete poco dopo

che li avete superati. L'attrito dei comandi potrebbe essere la causa, ma non lo saprete veramente finché non avrete eseguito questa prova.

La figura 2 mostra la curva di stabilità, attrito compreso. Forse questo diagramma non serve per il vostro programma di prove in volo, ma la curva illustra bene gli effetti dell'attrito della catena dei comandi.

La curva verde rappresenta la parte superiore della banda d'attrito, quella blu la parte inferiore. Per mostrare dove si trovano gli sforzi applicati, rispetto alla banda d'attrito, è stato riportato solo il punto da 5 lb a cabrare.

Nel caso del nostro velivolo quindi, si è stabilito che a 110 kts si può esercitare uno sforzo da 2 lb a 6 lb, senza variazione della velocità. Questo avviene perché l'attrito impedisce all'equilibratore di spostarsi, finché voi o riducete lo sforzo a cabrare a 2 lb o lo aumentate a 6 lb.

In questo esempio, la banda d'attrito di 4 lb è costante, come si può vedere dal parallelismo tra le linee verde e blu. Questo significa che l'attrito ha il medesimo valore di 4 lb a tutte le velocità di prova, tra 97 kts e 142 kts. Nessuna regola dice che l'attrito è costante, ma di solito lo è.

Osservate che la curva non si estende nella regione tra 114 kts e 124 kts. Esso è l'intervallo della banda di trim, determinata nel numero di novembre di "Test Pilot". Ricordatevi la definizione della banda di velocità di trim: è l'intervallo delle velocità che il velivolo può mantenere a comandi liberi (hands-off).

Non è necessario alcuno sforzo a cabrare o a picchiare, entro la banda, per mantenere la velocità, ma dovete comunque esercitare uno sforzo variabile (fino a raggiungere il valore che

determina lo spostamento), entro la banda, senza variazione della velocità. Questa volta ci siamo interessati della stabilità del velivolo fuori della sua banda di trim, cosicché non abbiamo riportato gli sforzi di barra all'interno della banda di velocità di trim.

Schema della prova

1. Trimmate il velivolo e livellatelo nella condizione di volo desiderata.
2. Riducete la velocità solo mediante la barra a cabrare e stabilizzate la velocità a qualche nodo in meno della minima della banda di trim. Non trimmate di nuovo.
3. Eseguite il controllo dell'attrito:
 - 3.1. Fate attenzione alla posizione tra l'orizzonte e la prua del velivolo quando riducete lo sforzo a cabrare sulla barra.
 - 3.2. Quando vi accorgete che la prua comincia ad abbassarsi, valutate lo sforzo sulla barra e cabrate di nuovo per non fare accelerare il velivolo.
 - 3.3. Aumentate, con dolcezza, lo sforzo a cabrare sulla barra.
 - 3.4. Quando vi accorgete che la prua inizia a sollevarsi, valutate lo sforzo a cabrare e rilasciate un po' la barra per non fare rallentare il velivolo.
 - 3.5. Determinate la banda d'attrito sottraendo la forza del passo 3.2 da quella del passo 3.4.
4. Aumentate la velocità del velivolo solo dando barra a picchiare e stabilizzate a qualche nodo in più della massima della banda di trim. Non trimmate di nuovo.
5. Eseguite il controllo dell'attrito:
 - 5.1. Fate attenzione alla posizione tra l'orizzonte e la prua del velivolo quando rilasciate lo sforzo a picchiare sulla barra.
 - 5.2. Quando vi accorgete che la prua comincia ad abbassarsi, valutate lo sforzo a picchiare sulla barra e rilasciate un po' la barra per non fare accelerare il velivolo.
 - 5.3. Con dolcezza rilasciate lo sforzo a picchiare sulla barra.
 - 5.4. Quando vi accorgete che la prua inizia ad alzarsi, valutate lo sforzo a cabrare e riapplicate un po' di sforzo a picchiare per non fare decelerare il velivolo.
 - 5.5. Determinate la banda d'attrito sottraendo la forza del passo 5.2. da quella del passo 5.4.
6. Ripetete i passi da 2 a 5, scegliendo la velocità di prova qualche nodo in meno e in più, rispettivamente, di quelle della prova precedente, finché avrete battuto quelle dell'intervallo scelto.

Nota: l'alternanza delle prove a bassa e alta velocità consente di mantenere il vostro aeroplano quasi alla stessa quota per tutti i punti di prova. Se siete interessati a conoscere solamente

come aumenta lo sforzo di barra a velocità distanti da quella di trim, sarebbe più esplicativo volare, progressivamente, più piano o più veloce con una sequenza ordinata. Per esempio: 110, 105, 100, 95, 90, 130, 135, 140, 145.

Qualche suggerimento

La scelta di misurare l'attrito dell'impianto dei comandi di volo per tutte le velocità è vostra, ma c'è una linea guida. Se la prua si sposta dopo un piccolissimo spostamento della barra, in un senso o nell'altro, la differenza tra le due forze è piccola e l'attrito, forse, trascurabile. In questo caso, voi potreste limitare le vostre verifiche al solo caso dello "avvicinamento basico" all'atterraggio. Se, invece, dovete spostare la barra, in un senso o nell'altro, con uno sforzo sensibile, il velivolo, forse, ha una banda d'attrito significativa. Potreste misurare l'attrito, ma avrete già la risposta dalla difficoltà di controllare la velocità del velivolo.

Il baricentro (CG) può influenzare parecchio la forma della curva della stabilità statica del velivolo. Più arretrato è il CG, più piatta è la curva della stabilità statica, il che significa uno sforzo di barra più piccolo per volare fuori dalla velocità di trim. Se il CG si sposta progressivamente indietro, alla fine raggiungerà il "punto neutro". Quando esso si trova nel punto neutro, il velivolo potrà mantenere ogni velocità "hands-free", questo indica stabilità statica neutra. Se il velivolo presenta un attrito abbastanza elevato lungo il comando longitudinale, il velivolo potrebbe apparire staticamente neutro, anche se il CG si trovasse davanti al punto neutro.

Dato che state valutando piccole variazioni di assetto longitudinale durante queste verifiche, l'aria calma è essenziale. Se fosse turbolenta, scegliete un'altra giornata. Il mattino presto è, di solito, il momento migliore per trovare aria calma.

Le stesse piccole variazioni di assetto possono essere determinate, con accuratezza, mediante un riferimento esterno. L'orizzonte artificiale, l'altimetro e il VSI sono troppo grossolani. L'orizzonte reale è il miglior riferimento. Potete utilizzare una nuvola lontana, ma la nuvola si muove; inoltre, più siete vicini al riferimento, maggiore è la probabilità d'errore.

Quando battete i punti di prova, non è necessario stabilizzare esattamente la velocità prestabilita. Il vostro obiettivo è sentire come lo sforzo aumenta quando volate più veloci, rispetto alla velocità di trim. Per esempio, se il pilota ha stabilizzato a 108 o 112 kts, invece dei 110 kts prestabiliti, è ancora accettabile. Anche se fossimo rigorosi al riguardo, dovremo tracciare comunque la curva interpolatrice di tutti i punti di prova.

Quando si raccolgono i dati per costruire una curva, la buona qualità dei valori misurati con un campo di velocità coerente dei punti di prova, è più importante di una prova eseguita alla velocità esatta prevista. La stessa logica si applica alle nostre prove. Stiamo costruendo, essenzialmente, questa curva nella nostra testa, poiché valutiamo la variazione dello sforzo di barra alle differenti velocità.

Questa volta, abbiamo spiegato come eseguire le prove di stabilità longitudinale per un velivolo con un impianto dei comandi aventi attrito trascurabile e per velivoli con attrito così

elevato da degradare le qualità di volo. Abbiamo, anche, incluso i risultati della discussione della banda della velocità di trim, visti il mese scorso. Il prossimo mese, vi presenterò un piccolo scenario che illustra come la banda di trim e l'attrito dei comandi possono rappresentare un aiuto o un ostacolo durante i vostri voli.

.....omissis.....