

Traduzione dell'articolo "STEADY AS SHE GOES?" di Ed Kolano tratto della rivista Sport Aviation di ottobre 2001

STABILITÀ STATICA LONGITUDINALE

E SE FOSSE COSTANTE?

SOMMARIO

Articolo della serie di Ed Kolano sulla stabilità longitudinale, che ne spiega la funzione fondamentale con esempi reali e mostrandone l'utilità come indicazione di ritorno nei momenti critici a favore della sicurezza del volo

Nel numero di settembre, abbiamo concluso la nostra discussione sulla calibrazione della velocità presentando idee e tecniche di alcuni lettori servendosi del GPS, in quest'attività che appare tecnicamente interessante.

Il GPS è più semplice da spiegare della stabilità statica longitudinale non manovrata, ma non si tratta di un boccone così difficile da digerire. Aggiungo che la "stabilità statica longitudinale" è una caratteristica importante della stabilità e potrebbe rivelarsi un po' insidiosa nella sua influenza sul volo.

Quando si parla di velivoli, si distinguono differenti tipi di stabilità. Forse, avete maggiore familiarità con le due principali: statica e dinamica.

La stabilità statica indica se il velivolo *tende inizialmente* a ritornare nella posizione iniziale pre-disturbata. Per esempio, quando spostate il pendolo dell'orologio del nonno lontano dalla posizione verticale, e lo rilasciate, il suo moto iniziale è verso la posizione verticale. Questa è stabilità statica positiva.

La stabilità dinamica indica se il velivolo, in realtà, ritorna nella sua posizione ante-disturbo e come lo fa, oppure non lo fa. Rilasciate il pendolo dell'orologio e oscillerà indietro e avanti alcune volte: stabilità dinamica positiva.

Mentre la stabilità statica e dinamica sono i due aspetti principali della stabilità, ci sono ulteriori classificazioni: lungo l'asse longitudinale (beccheggio) e lungo quello latero-direzionale (rollio-imbardata).

La stabilità statica longitudinale riguarda il volo manovrato (tradizionalmente chiamata "stabilità in manovra") e quello non-manovrato (tradizionalmente chiamata "long-stab" o "long-stat"). Tutte e due sorgono dalla risposta del vostro velivolo alla variazione dell'angolo di incidenza, ma sono valutate in maniera differente. La stabilità statica in manovra è la risposta del vostro velivolo durante il volo accelerato (quando tirate dei g). La stabilità statica longitudinale esprime la tendenza iniziale del velivolo in conseguenza ad uno spostamento dalla posizione a velocità trimmata.

Supponiamo che abbiate trimmato il velivolo a 100 kts, in volo rettilineo e livellato. Vi aspettate di tirare un po' indietro la barra per volare a 90 kts e spingere un po' avanti per andare 110 kts, qualora il velivolo presenti una stabilità statica longitudinale positiva. Mantenere la barra a cabrare implica che se la lasciate il velivolo tenderà, inizialmente, ad accelerare per riprendere la velocità di trim; il contrario avverrà nel caso di barra a picchiare, caso della velocità maggiore.

Se dovete spingere la barra per mantenere i 90 kts, il vostro velivolo è staticamente instabile in quella condizione di volo. La conseguenza, in questo caso, è che se rilasciate la barra, il velivolo mostrerà un'iniziale tendenza a rallentare sempre più, allontanandosi sempre più dalla velocità di trim. Si tratta chiaramente di una situazione indesiderabile e non intuitiva.

Se, dopo il rilascio della barra il velivolo mantiene i 90 kts, o i 110 kts, quando è stato inizialmente trimmato a 100 kts, significa che appare presentare una stabilità statica neutra. Dico "appare", perché altri fattori, come l'attrito dei comandi, potrebbero sopraffare la stabilità statica del velivolo.

La figura 1 mostra la curva (sforzo-velocità, ndt) per un velivolo con stabilità statica positiva, neutra e negativa.

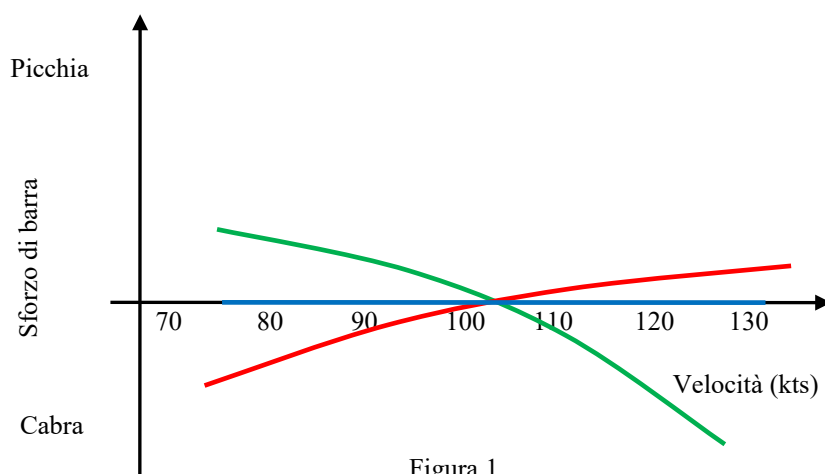


Figura 1

Perché non si deve trimmare di nuovo?

Per quale ragione dovrete volare senza trimmare? Certo, volate fuori condizione di trim, fino a che non trimmate nuovamente. Qualora cambiaste la vostra condizione di volo, l'entità del trim del velivolo forse cambierebbe e voi trimmereste dopo aver stabilito la nuova condizione di volo.

Per esempio, state avvicinandovi lungo il braccio sottovento a 100 kts e rallentate a 80 kts lungo il sottovento. Le variazioni di potenza e velocità spesso causano un beccheggio, che è compensato con il trim. Quando questi momenti sono stati bilanciati, non dovete più mantenere la barra in posizione a questa velocità. Dopo aver ridotto a 80 kts, vi rendete conto di dover trimmare di nuovo, perché state tenendo la barra a cabrare. Questo è forse l'aspetto più importante della stabilità statica longitudinale, lo sforzo di barra vi indica che il velivolo non è alla velocità di trim.

Il pilota riceve l'informazione attraverso ogni canale sensoriale. Noi processiamo e reagiamo a tutti questi elementi separati del puzzle senza pensarci proprio. Alcune indicazioni per una variazione di velocità, non voluta, sono il rumore del vento, quello del motore, il cambio delle vibrazioni, la necessità di coordinare il timone e lo sforzo sulla barra.

Durante il volo in crociera, l'indicazione dello sforzo ha un'utilità marginale, poiché non state esercitando proprio degli sforzi di barra. Una volta stabilizzati alla quota e alla velocità di crociera, equilibrate lo sforzo con il trim. Se la velocità varia, non ve ne accorgete dalla barra, perché volate senza mani (hands off). In queste situazioni, l'anemometro e l'altimetro sono più utili per un'eventuale variazione della velocità.

Ci sono altre fasi del volo in cui il feed-back della barra può costituire l'informazione primaria di una variazione della velocità. Per esempio, vi trovate sul lungo finale a Oshkosh, durante un EAA Air Venture. Tre velivoli vi stanno davanti e chissà quanti stanno dietro.

La radio sta avvisando il pilota in pista di portarsi al termine, il velivolo che sta per toccare di rimanere alto sopra i coni arancio, il pilota dietro di voi di atterrare sulla pista di destra. L'operatore sta dando simili ordini ad alcuni piloti dietro a voi. Naturalmente, la vostra maggior attenzione visiva è diretta all'esterno della cabina. State sacrificando il vostro normale controllo degli strumenti per una migliore visione, per evitare altri velivoli e per seguire le indicazioni del controllore. Se vi trovate a tenere la barra a cabrare durante questo guardarsi intorno, forse state riducendo la velocità. La stabilità statica positiva del vostro velivolo ve lo sta facendo sapere.

Altro esempio è costituito dai minimi in un avvicinamento strumentale. Quando siete dentro una nuvola voi stabilite una relazione stabile tra velocità/potenza/pendenza della discesa e siete concentrati visivamente sugli strumenti. Avvicinandovi alla decisione del tocca e va, cominciate a guardarvi fuori per vedere la pista.

Se state uscendo dalla base delle nuvole, intravedendo del terreno sotto di voi, ma non vedete ancora la pista, voi potreste porre maggiore attenzione alla ricerca della pista che non agli strumenti. Accorgervi che state spingendo la barra a picchiare vi indica che state volando più veloci di quanto avete stabilito come velocità di avvicinamento e che, forse, avete portato il velivolo sotto la traiettoria o la quota minima di discesa.

I compiti del pilota in questi esempi di fasi di volo critiche sono molto più difficili su un velivolo senza stabilità statica positiva.

Un velivolo con stabilità statica neutra non dà alcuna indicazione di sforzo quando varia la velocità. Un velivolo cosiffatto mantiene qualsiasi velocità impostata "hands off". In questo caso, dovete stabilire un altro indicatore come i cambiamenti di rumore di vibrazioni e mantenere un occhio attento all'indicatore di velocità.

Ancora di più, non dovrete mai trimmare un velivolo staticamente neutro. Dovete spingere o tirare la barra per ottenere un aumento o una riduzione della velocità, ma una volta raggiunto il valore scelto, lasciate semplicemente la barra. Alcuni velivoli da caccia sono progettati in questo modo. Non dovendo ri-trimmare quando il pilota ha raggiunto i 300 kts per ingaggiare un obiettivo

al suolo o in volo, si riduce il carico di lavoro del pilota. Non vale certamente nel campo dei velivoli auto costruiti.

Ammettiamo, ora, che abbiate trimmato per un volo livellato uniforme a 100 kts. Quindi riducete a 80 kts e li mantenete senza ri-trimmarvi. Il velivolo sia staticamente stabile, così dovete continuare a trattenere la barra, per esempio, con 5 lb. di sforzo a cabrare. Se il velivolo avesse 6 lb. di attrito sulla linea del comando longitudinale (beccheggio), potreste rilasciare la barra a 80 kts e il velivolo manterrebbe gli 80 kts. In questo caso, l'attrito maschera la stabilità positiva del velivolo e lo fa apparire neutro.

Se riducete a 70 kts e servono 8 lb a cabrare, dovrete esercitare un po' di forza a cabrare, poiché lo sforzo richiesto è superiore all'attrito che vi aiuta a mantenere la barra indietro. Questo velivolo sembra essere staticamente neutro all'interno di un intervallo di velocità attorno alla velocità di trim, staticamente stabile all'esterno.

Volare a delle velocità comprese entro la banda della velocità di trim può essere difficile e stancante. Supponiamo che la banda della velocità di trim sia di 15 kts e che vogliate volare in crociera a 110 kts e il velivolo si disponga a 105 kts. Dovrete tirare la barra a cabrare un po', finché il velivolo scende a 100 kts.

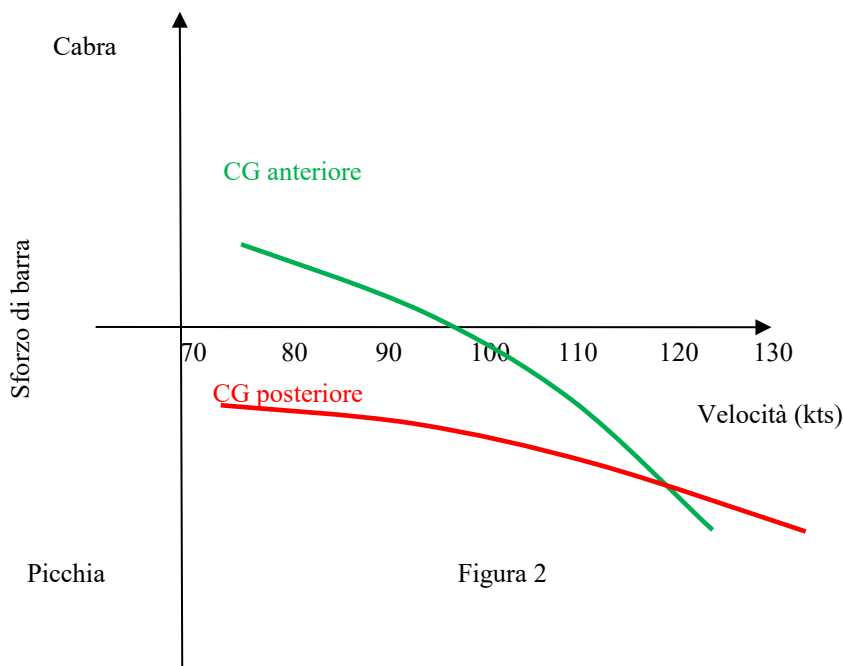
Se rilasciate la barra, il velivolo continuerà a ridurre la velocità perché l'attrito mantiene l'equilibratore nella posizione in cui è stato posto per ridurre la velocità, anche dopo che avete rilasciato la barra. Così, spingete la barra un pochino per accelerare e avviene la stessa cosa, ma al contrario. Diventa un circolo tentativo-errore, maneggiando la barra, in attesa che la velocità cambi, per correggere ancora. Frustrante.

I caccia militari non presentano questo problema, poiché i loro computers di volo mantengono le mani libere a 1G, rateo di beccheggio nullo e il pilota militare sceglie la velocità con la leva del gas. Se provate ad eseguire questa manovra su un velivolo con attrito elevato, senza computer, ogni variazione vi farà cabrare o picchiare il velivolo e la quota cambierà. Un autopilota con caratteristiche di mantenimento della quota vi consentirebbe di evitare questo lavoro manetta/velocità.

Voi potete pilotare un velivolo instabile nello stesso modo in cui potete mantenere verticale un manico di scopa sul palmo della mano. Mantenere in equilibrio il manico della scopa, richiede una concentrazione visiva totale ed un coordinamento occhio-mano continuo. Per fortuna, un velivolo instabile lo è solo debolmente e solo in qualche configurazione particolare. In aggiunta, il pilota deve dedicare molta parte del tempo a controllare la velocità e questo toglie tempo agli altri compiti necessari del pilota. Proprio così, molti velivoli popolari in kit presentano una lieve instabilità in certe condizioni di volo.

Più il CG del velivolo è arretrato, meno stabile è il velivolo stesso. Ciò significa che esiste un limite al valore posteriore dell'intervallo ammissibile del CG. La figura 2 mostra l'effetto della posizione del CG sul diagramma della stabilità statica. Il limite anteriore del CG è usualmente determinato dalla capacità dell'equilibratore nel tirare su la prua. Il caso peggiore del limite

anteriore del CG è solitamente la flare in effetto suolo con carrello e flaps giù, che determinano un momento a picchiare che l'equilibratore deve contrastare durante la fase di raccordo.



E' sufficiente tutto ciò?

Quanta stabilità sia sufficiente è una bella domanda. Il velivolo deve essere abbastanza stabile da fornire un'indicazione ragionevole sulla barra di comando in una situazione fuori trim. Dev'essere stabile abbastanza per rimanere trimmato alla velocità impostata, invece di deviare. Ma non dev'essere tanto stabile da richiedere due mani per spostare la barra dalla condizione di trim per un po' di tempo.

L'articolo FAR 23.171 richiede che i velivoli dell'aviazione generale siano staticamente stabili nella maggior parte delle condizioni di volo: "Il velivolo dev'essere stabile longitudinalmente, trasversalmente e lateralmenteIn aggiunta, il velivolo deve presentare stabilità adeguata e una "sensazione" di controllo (stabilità statica) in ogni condizione normalmente incontrata in servizio, se le prove in volo mostrano che ciò è necessario".

Quanta "sensazione di controllo"? Le FAR non dicono nulla per i velivoli piccoli, ma per i velivoli da trasporto stabilisce un valore minimo di 1 lb per ogni 6 kts fuori dalla velocità di trim.

Il gradiente dello sforzo rispetto alla velocità non è una vera misura della stabilità statica di un velivolo, ma è un'indicazione operativa ad uso del pilota. Potete aumentare lo sforzo di barra aggiungendo delle molle al comando longitudinale; questo non rende il velivolo più stabile, ma fornisce un'indicazione più evidente al pilota.

L'aggiunta di molle non è una soluzione semplice, perché influenza ogni impulso che date e il risultato potrebbe essere buono per la stabilità longitudinale e cattivo per la stabilità dinamica, il flutter e altri comportamenti del velivolo.

Le FAR richiamano anche la banda di trim. I velivoli della G.A. devono avere una banda della velocità di trim non superiore al 10 % della velocità di trim. Significa che, quando il velivolo è trimmato a 70 kts per l'avvicinamento in finale, esso può avere una banda di 7 kts, quando è trimmato per una crociera a 180 kts, può avere una banda di 18 kts. Stabilità statica neutra e negativa non sono ammesse per i velivoli certificati della G.A..

Quanta stabilità sia giusta per il vostro velivolo, dipende dal vostro modo di pilotare il velivolo. Una stabilità neutra può essere accettabile per un velivolo acrobatico che subisce grandi e rapide variazioni di velocità, quando esegue delle manovre.

I piloti IFR potrebbero avere dei vantaggi dalle indicazioni dello sforzo di barra dovute a variazioni di velocità, in cui potrebbero incorrere senza volere, quando privilegiano il controllo dell'ILS invece dell'anemometro, durante l'avvicinamento strumentale.

I piloti VFR diurno potrebbero accontentarsi di un velivolo mediamente instabile, ma devono starci attenti e mantenere continuamente sottocchio l'anemometro, specialmente in vicinanza del suolo o di altri velivoli.

Questa volta abbiamo discusso della stabilità statica longitudinale non manovrata e fornito qualche esempio della sua influenza in volo. Nel prossimo mese "Test Pilot" affronterà la verifica sul vostro velivolo per la determinazione delle caratteristiche della stabilità statica longitudinale. ...omissis....