

Traduzione dell'articolo "THEY'RE ALL DIFFERENT" di Charlie Precourt tratto dalla rivista Aviation di giugno 2016.

Parte 3.

SONO TUTTI DIFFERENTI.

SOMMARIO

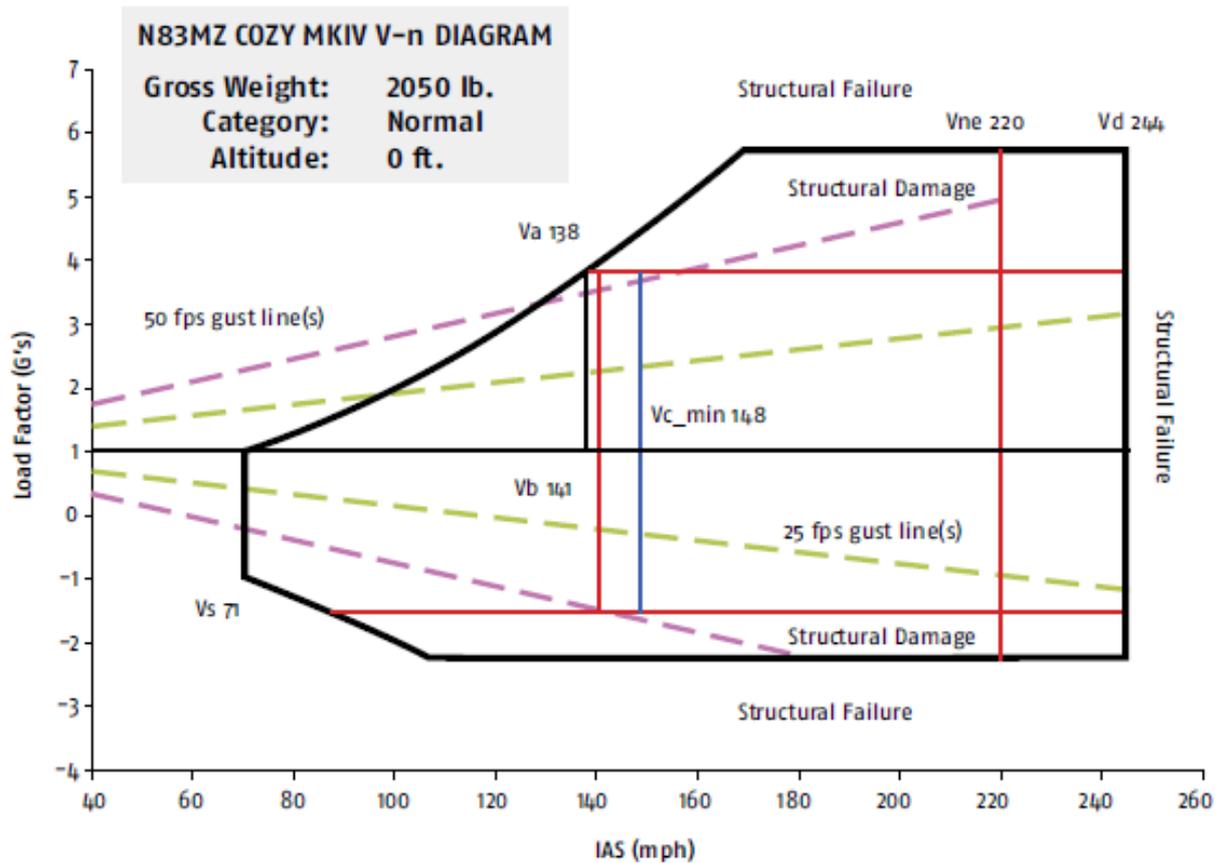
Questa volta l'articolo tratta l'aspetto dell'inviluppo di volo o diagramma V-n o di manovra. L'argomento è poco diffuso anche nei manuali di costruzione e di volo, eppure di primaria importanza perché rappresenta l'area di sicurezza in cui il velivolo può volare alla velocità e al fattore di carico limiti stabilite dal progettista.

Domanda a bruciapelo: disponete di un diagramma V-n nel vostro manuale operativo? Le probabilità sono scarse. Probabilmente avrete solo i valori limite delle velocità adeguate e i valori limite delle manovre. Il diagramma V-n rappresenta in un grafico tutti questi numeri con i valori del fattore di carico (n) rispetto alla velocità (V), costruendo il cosiddetto "limite dell'inviluppo". Sarebbe un bell'esercizio disegnare quello del vostro velivolo specifico in base ai numeri riportati sul POH, come ha fatto Marc Zeitlin per il proprio Cozy. Ogni velivolo avrà le proprie particolari considerazioni ai bordi del suo inviluppo e la vostra conoscenza potrà aiutarvi a non perdere il controllo del velivolo e sopravvivere a un assetto non usuale.

Quando stavamo provando in volo lo F-15E per confermarne l'inviluppo di volo, eseguii il volo oltre Mach 2,3. Cose come il flutter mettono paura a queste velocità. Il fattore limitativo fu l'aumento eccessivo della temperatura della struttura. Appena completata la prova prevista, osservai delle areole bianche alla base del parabrezza, il Plexiglass stava cominciando a delaminarsi! Ecco stabilito un limite di volo del velivolo! Il rammollimento della struttura è l'ultima cosa che temiamo sui velivoli della GA, ma di seguito vedremo gli aspetti più comuni che emergono al contorno dell'inviluppo nell'ambito della GA.

Servendoci come esempio del diagramma del Cozy di Marc, procediamo lungo il contorno dell'inviluppo. L'asse orizzontale rappresenta una linea a 1g o volo livellato. Al termine della parte sinistra, V_s , 71 mph, si legge la velocità di stallo in volo livellato. Nel nostro caso, 71 mph è riportata a +1g e -1g come velocità di stallo, collegate da una linea verticale. Le velocità di stallo a valori di g negativi e positivi non sono quasi mai uguali. Marc lo fa per semplicità. La zona tra -1g e +1g può presentare qualche limitazione dovuta al motore, alla pressione dell'olio, al flusso del combustibile, o a entrambi, come pure alla controllabilità. Le manovre a elevate incidenze prossime a 0g possono determinare degli "swapping ends" perché il velivolo perde quantità di moto e cade rapidamente di prua. Dovete capire cosa avviene sul vostro velivolo tra -1g e +1g, perché una breve durata a 0g è generalmente accettabile, e in particolare è facile da riprendere in situazioni di assetti insoliti (cfr. l'articolo di Mike Goulian "Aircraft upset recoveries: part 2." su Sport Aviation del dicembre 2015). Molti velivoli presentano il bordo sinistro dell'inviluppo a 0g e velocità nulla proseguendo le linee nere curve verso sinistra finché si incontrano.

Spostandosi verso destra, il confine dell'inviluppo si muove lungo le curve in nero dal punto della velocità di stallo a 1g (e in basso dallo stallo a -1g) mostrando lo stallo accelerato sia per +1g che per -1g. A -1,52g, lo stallo accelerato negativo segna 88 mph. A + 3,8g, la velocità di stallo vale 138 mph. Questa è la velocità di manovra (V_A) ed è la massima velocità a cui la completa escursione



dei comandi determina lo stallo prima di sovrasollecitare la struttura dell'aeroplano. In qualunque punto di questa curva, lo stallo capiterà a quel fattore di carico e a quella velocità. Il comportamento allo stallo è unico per il vostro velivolo, ma è quasi universale che la vostra prima reazione sia di ridurre l'angolo di incidenza. Vedi anche gli articoli su Sport Aviation da novembre 2013 a febbraio 2014.

Andando verso destra, le linee rosse rappresentano i carichi limite che, secondo le FAR 23, per i velivoli della categoria standard (normal) valgono +3,8g e -1,52g. Il diagramma di Marc fa vedere una regione del danneggiamento strutturale, all'esterno delle linee rosse, e poi lo schianto della struttura a +5,7g e -2,28g, lungo le linee nere. I valori di rottura valgono 1,5 volte i carichi limite rossi, e costituiscono il fattore di sicurezza richiesto dalle FAR. Il fattore di sicurezza rappresenta la differenza tra il danno e la rottura. Le linee rosse sono i limiti di manovra scritti nel POH. È importante osservare che questi limiti assumono che l'aeroplano non stia rollando. Se vi trovate a +3,8g mentre state azionando l'alettone per un rollio, voi state caricando il velivolo in maniera asimmetrica e state superando i 3,8g sull'ala che si alza!

Quando il velivolo è provato, deve dimostrare i limiti di manovra (+3,8g e -1,52g in questo caso) senza osservazioni negative. Per la zona esterna, i progettisti devono avere analizzato la struttura per conoscere dove potrebbe avvenire il primo danno, ma di solito non si sa o si dimostra dove il primo avverrà realmente.

Oltre la parte destra del diagramma, Marc mostra la V_{NE} a 220 mph e la V_D (dive speed o velocità in picchiata) a 254 mph. La V_{NE} vale il 90% della V_D . La FAR 23 richiede che la V_{NE} non sia maggiore del 90% della massima velocità dimostrata nelle prove in volo. V_D è pertanto la velocità che il velivolo experimental deve effettuare nella prima fase delle prove.

Stabilire in questo modo la V_{NE} permette di aver un margine tra le V_{NE} e V_D . Le cose che possono andare male superando la V_D riguardano danni strutturali a causa dell'eccessivo carico aerodinamico (in particolare i radomes, le cappottature motore o le carenature), vibrazioni, scuotimento, flutter, mancanza di risposta ai comandi e un fenomeno noto come "Mach tuck" (*Mach critico, ndt*)– per i velivoli che possono raggiungere M 0,7 in picchiata, si possono formare delle onde d'urto localizzate, che mascherano i piani di coda e rendendo difficile la richiamata dalla picchiata. Ne risulta che la prua si infila in una picchiata e determina un continuo aumento della velocità che può non essere arrestato.

Quando le prove convalidano la V_D senza problemi, non potremo mai sapere quale degli aspetti sopraccitati costituisce il limite vero del nostro progetto. Profilo basso, rimanete al di sotto delle V_{NE} .

I progettisti stabiliscono inoltre dei margini di sicurezza tra la velocità di crociera di progetto V_C e la V_D . Alla velocità di crociera di progetto V_C , il velivolo deve superare un assetto insolito senza superare la V_D . La prova di upset stabilisce una picchiata a 7,5 gradi alla velocità di crociera di progetto V_C , da mantenere per 20 secondi, dopodiché si richiama a 1,5g. se il velivolo non supera la V_D o sperimenta problemi, al prova è superata; diversamente i limiti di velocità devono essere ridotti.

Infine, diamo uno sguardo alle linee verdi e magenta del diagramma, che si sovrappongono al diagramma. Non le vedrete mai su un diagramma V-n, ma sono importanti per capire la tolleranza del vostro aeroplano ai carichi da raffica. Durante una turbolenza, incontriamo delle raffiche verticali che istantaneamente aumentano o riducono il fattore di carico g sul velivolo senza il nostro intervento. Studi importanti e modelli di turbolenza hanno condotto a stabilire delle regole comuni per il progetto che indicano componenti verticali da 25 a 50 fps (*7,5 a 15 m/s ndt*). Se stiamo volando a 150 kts in orizzontale e incontriamo una raffica verso l'alto da 50 fps, l'incidenza risultante aumenta improvvisamente la portanza totale, che si trasforma in un incremento di g. se il g risultante supera il valore di +3,8 (categoria normal), dovete rallentare con questo valore di raffica. Al di sotto della V_A siete sempre in sicurezza perché stallerete prima di +3,8g. osservate, comunque, che il valore della V_A si riduce al ridursi del peso massimo. Il diagramma di Marc mostra che il N83MZ può sopportare ben oltre i 50 fps del carico da raffica alla V_A , ma se il pilota cercasse di entrare in una raffica a scendere di 50 fps a oltre 141 mph (V_B velocità limite per la raffica), supererà il limite negativo di g, probabilmente sbatterà il capo sul soffitto e danneggerà la struttura.

Per maggiori particolari, c'è un eccellente articolo di Sean Robert, precedente direttore della scuola nazionale dei piloti collaudatori, che può essere ritrovato sul sito www.EAA.org/sportaviation tra gli extra di questo mese.