

Traduzione dell'articolo "CONTROL CABLES" di Jeff Simon, tratto dalla rivista Sport Aviation di maggio 2007.

Prendetevi cura dell'impianto dei comandi di volo del vostro velivolo.

CAVI DI COMANDO

SOMMARIO

L'articolo prende in esame i cavi di comando evidenziando la necessità di ispezionarli con una certa frequenza, nelle posizioni dove più facilmente si usurano, ma anche in quelle un po' più nascoste, per evitare delle spiacevoli sorprese. Indica quali sono i punti critici, i motivi che determinano la rottura a fatica e, soprattutto, le modalità per ricercare il danno, in modo da contribuire alla sicurezza in volo del velivolo.

Nel giugno del 1983 mi trovavo alla Grumman Aircraft Convention e osservavo i velivoli di ritorno da una delle manifestazioni in volo. Appena un AA-1, con ruotino di coda, atterrò, il pilota perse il controllo del ruotino e del timone del velivolo. Virò fuori dalla pista, ma il pilota riuscì, in qualche modo, a trattenerlo fino ad arrestarlo, senza danni al velivolo stesso e alle persone intorno.

Considerando che c'erano circa 100 proprietari di velivoli e che almeno 10 specialisti meccanici (A&P) sul campo guardavano lo spettacolo, non fu una sorpresa che, in quindici minuti, il velivolo fosse trainato, messo in sicurezza e intrapresa un'ispezione meccanica.

La verifica rivelò che il cavo di comando del timone e del ruotino aveva ceduto nel punto in cui si avvolge attorno ad una puleggia sul pavimento del velivolo. Si trattava di un cavo originale del velivolo, perciò con 32 anni di vita. I cavi di comando dei velivoli sono resistenti e flessibili, ma non sono progettati per trascorrere 32 anni di servizio.

Prima di esprimere un giudizio, domandatevi quanti anni hanno i cavi del vostro velivolo. Generalmente, i cavi di comando sono verificati ad ogni ispezione delle 100 ore e all'annuale. Comunque, è molto raro sentire che tutti i cavi sono sostituiti su un velivolo, come manutenzione preventiva. Non c'è un limite di vita di servizio ufficiale, calendariale o orario, per i cavi di comando di un velivolo. Noi facciamo affidamento su un'ispezione frequente per trovare dei problemi minori, prima che diventino importanti. Detto questo, più di un fabbricante di cavi, con cui ho discusso, raccomanda la loro sostituzione ogni 10 anni.

Capire bene l'impianto dei cavi di comando

I cavi sono usati in modo esteso su molti velivoli, per la loro versatilità e flessibilità. Essi possono effettuare molte curve, all'interno del velivolo, seguendo un percorso complesso tra il comando e la superficie di volo. Pensate solo alla difficoltà di collegare gli alettoni di un velivolo con l'ala alta al volantino. C'è un bel pezzo di strada da fare e solo con i cavi si può percorrerla.

I cavi possono essere utilizzati per coprire diverse funzioni. I cavi di comando del motore sono dei cavi in unico filo (solid core) sempre inguainati, per essere usati sia a trazione che a compressione (push-pull). Altri cavi, come quelli per il comando del trim, sono progettati per essere utilizzati in rotazione. Funzionano come dei cacciaviti, lunghi e flessibili, che trasferiscono le rotazioni della ruota del trim ad una vite meccanica del trim in coda. In ogni caso, i cavi più comuni

in un velivolo sono quelli di comando della cellula. Questi cavi di comando flessibili, chiamati anche “funi di metallo” (wire rope), sono prodotti partendo da acciaio preformato galvanizzato o inossidabile. Un'importante differenza tra le funi commerciali e quelle aeronautiche è che il cavo aeronautico è lubrificato, per assicurare una migliore resistenza a fatica di quello non lubrificato. Il cavo aeronautico può essere anche rivestito da una pellicola vinilica, che fornisce un'altra protezione del cavo rispetto all'ambiente. In ogni caso, il cavo aeronautico è provato e certificato.

Le funi di comando sono definite da un numero di trefoli (strands), dal numero di fili (wires) per ogni trefolo. I cavi più comuni e specifici per uso aeronautico sono i 7x7 (sette trefoli con sette fili ciascuno) o 7x19 (sette trefoli con 19 fili ciascuno). Maggiore è il numero di fili per ogni trefolo o nel cavo di un dato diametro, maggiore è la flessibilità posseduta. In alternativa, minore è il numero dei fili in un trefolo o in un cavo maggiore è la resistenza all'abrasione.

Anche se i cavi di comando sono presenti sulla maggior parte dei velivoli, non rappresentano il solo modo di trasferimento delle forze di comando e sono spesso combinati con altri meccanismi, come tubi rigidi, tubi di torsione, viti dei trim, leve oscillanti, molle ed elastici. Detto questo, tutti gli impianti con cavo di comando hanno questi elementi in comune:

- ◆ sono utilizzati, generalmente, a trazione non a compressione. All'opposto dei comandi motore, i cavi delle superfici di comando sono molto flessibili e non possono essere utilizzati in compressione;
- ◆ costituiscono, di solito, un circuito chiuso. Ciò significa che se un cavo è teso per comandare l'alettone in su, l'altro dev'essere presente per muovere l'alettone in giù;
- ◆ servono delle pulegge per cambiare la direzione e così possono essere instradati nella cellula del velivolo;
- ◆ hanno dei mezzi per regolare la tensione;
- ◆ hanno le terminazioni pressate dentro dei terminali rigidi, per consentirne il collegamento alle superfici che comandano.

Rottura dei cavi

I comandi a cavo flessibile sono progettati per resistere alla trazione, alla flessione, all'abrasione e alla distorsione. I cavi comando sono sottoposti alla sollecitazione della trazione diretta, alle accelerazioni e agli urti. I carichi nei cavi sono, generalmente, definiti come sollecitazioni di rottura. Applicando il fattore di sicurezza corretto, il cavo stesso dev'essere capace di sopportare molte volte la forza che potrebbe incontrare ragionevolmente durante il servizio. D'altra parte, il cavo non è il solo componente progettato che deve sopportare simili forze. La resistenza dei terminali del cavo è importantissima per la sicurezza dei comandi di volo, così come lo sono le pulegge, le molle e altri componenti strutturali che completano il circuito dei comandi. L'impianto dei comandi non deve cedere, quasi mai, solamente per l'azione del carico applicato. Le rotture avvengono se è compromessa l'integrità del cavo o nei punti dove i terminali stessi sono stati compromessi. Queste “aree critiche per la fatica” sono quelle dove l'ispezione frequente è molto importante. Non sono solo i punti critici nell'impianto a cavi, ma anche quelle più vulnerabili al danno.

I cavi di comando sono progettati per essere capaci di sopportare delle flessioni ripetute senza la rottura del filo per fatica. Per questa ragione, i raggi di curvatura devono essere abbastanza grandi, ovunque possibile, per ridurre l'entità della flessione che la fune dovrà sopportare durante il servizio. Comunque, tutti i metalli, alla fine, si affaticano, quando sottoposti alla flessione ripetuta in un solo punto e questa è la ragione per la quale l'età e le ore di servizio di un cavo sono importanti. Più vecchio è il cavo, più probabile è che si presenti incrudito per il lavoro o per l'età. Curiosamente, l'irrigidimento di un cavo spesso avviene sui percorsi di elementi lunghi e dritti. Quantunque non vi siano curve o pressioni che sollecitino il cavo, l'oscillazione costante, dovuta alle vibrazioni, sul cavo che ha un percorso lungo e senza supporti intermedi, lo fa lavorare molto.

Anche le pulegge costituiscono un elemento critico per mantenere la flessibilità del cavo.

Quando il cavo si flette, i singoli fili che costituiscono i trefoli si spostano avanti e indietro. Questo fa sì che la matassa si apra un pochino, rendendola capace di trattenere sporcizia e piccoli detriti all'interno della fune. Queste particelle riescono a distruggere un cavo dall'interno verso l'esterno, evidenziando all'esterno piccole indicazioni della sua prossima rottura. I singoli fili interni della matassa possono usurarsi e corrodersi, determinando la rottura dei fili uno alla volta. Ecco perché è importante mantenere puliti i cavi e la struttura circostante. I cavi che sono indirizzati sotto il pavimento sono i più suscettibili alla contaminazione e alla corrosione e la loro rottura a causa di questi motivi è la più comune.

I cavi possono essere soggetti all'abrasione, laddove attraversano componenti metallici dentro la cellula. Spesso, i cavi sono installati in punti dove vengono a contatto con un'ordinata o attraversano un altro elemento. Anche un lieve sfregamento contro una parte del velivolo può danneggiare, nel tempo, il cavo.

I cavi sono progettati per resistere al danneggiamento e alla distorsione causata da un cattivo uso, ma può succedere. Se un punto del cavo è stato flessso oltre il limite di progetto o schiacciato, bisogna sostituire il cavo completo. I cavi sono progettati per riprendere la forma iniziale, una volta svincolati. Se un cavo è stato flessso o schiacciato abbastanza da non ritornare al stato normale e disteso, dev'essere sostituito.

Ispezione dei cavi

Ad ogni intervallo ispettivo regolare (ispezione delle 100 ore o all'annuale), tutti i cavi di comando del velivolo devono essere attentamente controllati, così come installati sul velivolo. In special modo, i cavi devono essere esaminati per la presenza di segni esterni di usura, fili dei trefoli rotti e danni.

L'usura esterna del cavo può essere valutata laddove il filo singolo sembra “mescolarsi” con quelli adiacenti. La regola empirica dice che, quando un solo filo esterno è stato consumato per il 40-50% o più, il cavo dev'essere sostituito. Un modo semplice per valutare ciò a cui assomiglia questa usura è che i singoli fili appaiono “saldati insieme” proprio nel punto dell'usura e il cavo dev'essere sostituito.

I fili rotti dei trefoli possono essere trovati facendo scorrere dolcemente uno straccio all'esterno del cavo, in entrambi i sensi. Ogni cavo che ha dei trefoli con fili rotti si inceppa nello straccio. Tutti i cavi, che hanno dei fili rotti in un'area critica per la fatica, come la puleggia, il manicotto o entro 1 ft. (30 cm) da un terminale pressato, devono essere sostituiti.

I danneggiamenti ai cavi come gli ingarbugliamenti (kinks), le sfilacciate (frayings) o ai terminali rigidi sono altre cause di sostituzione dei cavi. Anche tutte le pulegge devono essere attentamente esaminate per usura, libertà del movimento e allineamento con i cavi.

Se è difficile smontare i cavi dal velivolo per l'ispezione, è critico farlo una volta solo ogni qualche anno. Il problema è che i cavi, spesso, si rovinano tirandoli fuori e i fili rotti dei trefoli si vedono solamente una volta rimossi dal velivolo e piegati per l'ispezione. Piegare il cavo tra le mani determina un lieve apertura dei trefoli. Tutti i fili rotti diventano subito visibili, con questo tipo di controllo.

Nel caso del Grumman con il cavo del timone rotto, tutti gli altri cavi furono controllati ancora installati sul velivolo. Un piccolo numero di fili rotti fu riscontrato su altri cavi nella stessa posizione (sulle pulegge installate sotto il pavimento). Ciò nonostante, quando i cavi furono rimossi dal velivolo e piegati per un'accurata ispezione, uno di questi si aprì mostrando un gran numero di

trefoli interni rotti. Se i cavi non fossero stati rimossi dal velivolo, non si sarebbe conosciuta l'entità del danno.

L'ispezione e la manutenzione dei cavi è un elemento critico della sicurezza e la navigabilità di un velivolo. Un cavo rotto può portare alla perdita totale del controllo in volo, per cui è un affare serio. Potete veleggiare se il motore pianta, ma le scelte sono incredibilmente più limitate, se perdetevi il comando delle superfici. Pertanto, alla vostra prossima scadenza manutentiva, prendetevi il tempo di eseguire il controllo accurato, la pulizia e la lubrificazione dell'impianto dei comandi a cavi del velivolo. Un'oncia di prevenzione vale veramente una libbra di cura (una semplice prevenzione, vale una vita, ndt).