

Traduzione dell'articolo "SMOOTH YOUR PTRC" di Steve Ells tratto dalla rivista Sport Aviation di maggio 2016.

ELICA BEN BILANCIATA.

## SOMMARIO

Articolo didattico sulla necessità di un corretto bilanciamento dell'elica per evitare danni al motore e fastidio durante il volo dovuto a vibrazioni eccessive. L'autore sintetizza il funzionamento dell'equipaggiamento di misura aiutando a capire meglio la meccanica del fenomeno. Richiama altresì la AC 20-37E relativa alla problematica della manutenzione delle eliche e dei suoi difetti, riparabili o no.

---

"Molti produttori di equipaggiamenti di bilanciamento dinamico delle eliche specificano che un livello di 0,15-0,2 ips è considerato accettabile. La McCauley Propeller System concorda che 0,15-0,2 ips rappresenta un livello accettabile, ma la nostra esperienza ci ha mostrato che 0,07 ips o inferiore è decisamente più regolare". McCauley Service Letter 1989-4D.

"Nel momento in cui ho portato avanti la manetta del gas ho capito di aver fatto la cosa giusta". Così ha affermato Rockwell 'Rock' Swanson. Rock riteneva che il motore del suo Cessna Turbo 210 fosse regolare finché non montò sul velivolo di un suo amico. Il suo gruppo motopropulsore (PTRC = power train rotating component) aveva necessità di essere bilanciato – nel gergo del bilanciamento dell'elica lo sbilanciamento iniziale era 0,714 ips. Il PTRC di Rock era decisamente sbilanciato. Valori tra 0,5-1, sono considerati irregolari; oltre 0,15 debolmente irregolari; oltre 0,25 abbastanza irregolari. Valori oltre 1,0 molto irregolari e oltre 1,25 considerati pericolosi. Eseguito il bilanciamento, il valore fu ridotto a 0,026 ips.

Kent Felkins della Felkins Aircraft Service a Tulsa ha eseguito bilanciamenti dinamici per 15 anni. Si può credergli. Stabilendo 0,2 ips come valore di riferimento, egli ha mantenuto le registrazioni che mostrano che 88 percento dei 580 velivoli che ha esaminato superavano questo valore di riferimento.

### **L'equipaggiamento.**

Il primo equipaggiamento di bilanciamento fu costruito a metà degli anni '50 da Jim Chadwick e Jim Helmuth. Costituirono la società Chadwick-Helmuth a El Monte in California, per bilanciare le pale dei rotori di elicotteri. Successivamente la tecnologia fu applicata alle eliche. La società ora è proprietà della Diagnostic Solutions International. Anche ACES Systems, DynaVibe e Dynamic Solutions Systems costruiscono e vendono attrezzature per il bilanciamento e per l'analisi dello spettro di vibrazione del motore.

Le tabelle "The smooth propeller" della pubblicazione "Guide to propeller balancing" di Chadwick-Helmuth e ACES Systems sono molto più restrittive, perché mostrano che il livello di 0,15 ips dopo il bilanciamento è il massimo accettabile per il bilanciamento. Valori compresi tra 0,15 e 0,25 sono chiamati debolmente irregolari e influenzano il comfort dei passeggeri.

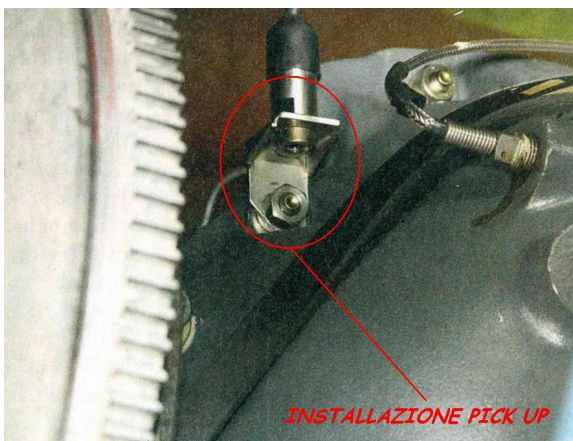


Il bilanciamento dinamico dell'elica è efficace riducendo il livello delle vibrazioni presenti a un certo numero di giri dell'elica. Queste sono chiamate vibrazioni del primo ordine (1x) perché si presentano solo una volta per ogni rotazione del gruppo elica-motore (nell'ipotesi che non vi sia un riduttore di giri). Vibrazioni del primo ordine eccessive sono distruttive – rivetti allentati, usura dell'avionica, affaticamento del pilota – poiché gli isolatori elastici del motore non sono molto efficaci nello smorzare quelle frequenze.

### **Dadi e bulloni per il bilanciamento.**

Il processo è semplice. L'equipaggiamento básico di bilanciamento del PTRC si serve di un sensore di vibrazioni che converte il movimento in tensione (10mV per g per esempio). Durante la procedura il sensore è installato temporaneamente in prossimità del fronte del motore. I segnali elettrici alimentano un processore apposito. Durante i primi funzionamenti del motore al regime di crociera, Jim Beech della Dynamic Solutions Systems afferma che bastano 2000 RPM per eccitare i supporti elastici del motore, il processore rileva l'entità della massa sbilanciante. Combinato con un opportuno indice sul disco dell'elica che stabilisce il riferimento zero, il processore "conosce" la posizione (azimuth) dello sbilanciamento riferito a un solo punto del disco dell'elica. Si determina peso e posizione, e si fissa qualche massa (spesso delle viti o dadi di qualità aeronautica e delle rondelle) temporaneamente o al supporto dell'ogiva o all'assieme dell'ingranaggio dello starter.

Poi si riavvia il motore, il processore rileva gli effetti della soluzione iniziale e stabilisce quella definitiva. Operatori esperti riescono a ridurre le vibrazioni sotto la soglia di 0,02 ips dopo una sola correzione e una verifica, ma di solito ne servono due. Quello di Rock ne ha richieste tre.



I produttori degli equipaggiamenti raccomandano di eseguire il controllo ogni 600-700 ore. Kent avverte che ogni volta che si rimuove l'elica, per esempio per cambiare la cinghia dell'alternatore sui motori Lycoming, bisognerebbe eseguire la verifica del bilanciamento.

L'obiettivo del bilanciamento è di allineare il baricentro della massa rotante con l'asse di rotazione del motore. Poiché ci sono delle tolleranze intrinseche delle eliche che consentono di essere installate sulla flangia dell'albero motore, la rimozione e la reinstallazione richiedono il bilanciamento.

Ho pagato oltre \$1400 per un ProBalancer Sport, che è un attrezzo semplice ma completo, prodotto dalla ACES. Un menu sullo schermo guida l'utilizzatore passo-passo lungo il procedimento. Ho sentito delle buone qualità riguardo alle unità DynaVibe. Il DynaVibe ha un prezzo simile e come il ProBalancer Sport è un attrezzo semplice da usare e efficace per bilanciare il PTRC.

Non è insolito per le sezioni EAA acquistarne uno ad uso dei membri.

### **Analisi dello spettro vibratorio.**

Tutte le aziende citate producono anche un equipaggiamento che utilizza un secondo sensore montato sulla parte posteriore del motore per rilevare e analizzare lo spettro vibratorio completo del motore. Nelle mani di un operatore esperto queste analisi hanno un valore incalcolabile nel puntualizzare i problemi meccanici. Un diagramma tipico dello spettro vibratorio presenta l'energia vibratoria in ordinate, RPM e multipli in ascisse. Per esempio, poiché l'albero a camme ha un rapporto di due giri per uno dell'albero motore, ogni vibrazione proveniente dalle cammes sarà mostrata come 0,5x sulle ascisse.

Esiste un altro attrezzo intrigante come soluzione del PTRC, particolarmente per i piloti che vogliono mantenere sotto controllo il motore.

La Insight Avionics incorpora dei video in tempo reale per mostrare contemporaneamente lo sbilanciamento e lo spettro vibratorio del motore sui propri strumenti G3, G4 e G4 twin graphic engine. Il G3 da 2-1/4 in. costa oltre \$2500.

La AC 20-37E della FAA "*Aircraft propeller maintenance*", riporta una frase in cui non considera il bilanciamento dinamico dell'elica come un'operazione di riparazione maggiore o come una maggiore alterazione del velivolo qualora si utilizzino delle procedure approvate dalla FAA o accettate come quelle riportate in "*The smooth propeller*" e in "*Guide to propeller balancing*". La AC raccomanda di eseguire la registrazione della verifica manutentiva, completa di data, ore motore, livello vibratorio finale, posizione delle masse, nome e numero del certificato dell'esecutore.

Inoltre, suggerisce di applicare un'etichetta sul mozzo dell'elica o sull'ordinata di forza riportante l'esecuzione del bilanciamento, l'assieme PTRC è bilanciato e indicizzato.

### **Quanto regolare è il vostro PTRC?**

Secondo le curve di Kent, solo pochi piloti hanno volato con velivoli veramente regolari. Infatti, dato che la definizione di regolarità è personale e soggettiva, ciò rende scatici molti utenti. Ancora, Cirrus, Lancair, Mooney e altri produttori di velivoli oggi bilanciano dinamicamente i loro PTRC prima della consegna. Provateci; rappresenta una buona possibilità di essere sorpresi dal risultato.