

Traduzione dell'articolo "IS MY ENGINE TBO A MYTH?" di Mike Busch tratto dalla rivista Sport Aviation di febbraio 2010.

Reliability Centered Maintenance, part 2.

IL TBO DEL MIO MOTORE E' UN MITO?

## SOMMARIO

Secondo articolo sulla manutenzione on-condition, che servendosi dell'esperienza dei grandi velivoli, ne chiarisce le problematiche applicative sul motore a pistoni. Fa riferimento anche ai dati ricavati dai reports dello NTSB.

---

Il mese passato, abbiamo esaminato i principi della manutenzione centrata sull'affidabilità, (RCM) di cui si servono le linee aeree e i militari per ottenere una manutenzione cost-effective (efficacia della spesa, ndt). Ora, esploriamo come RCM possa essere applicata ai nostri piccoli velivoli, particolarmente a quelli a pistoni.

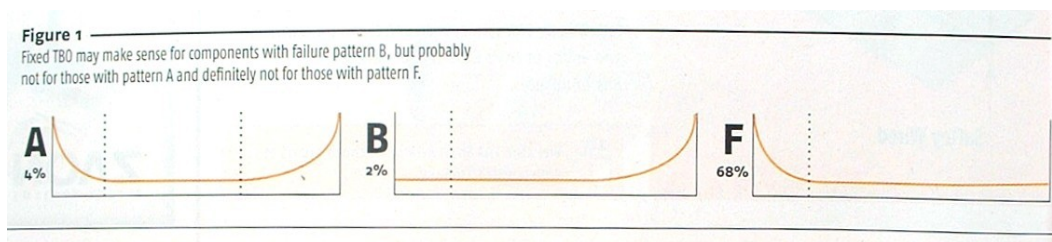
Da tre decenni le aerolinee e i militari stanno continuando a servirsi della RCM per ridurre i costi di manutenzione e migliorare l'affidabilità. Molti dei benefici provengono dall'aver sostituito gli intervalli rigidi della revisione con la manutenzione on-condition.

Sfortunatamente, la RCM non è penetrata nella catena dell'aviazione. La manutenzione dei velivoli a pistoni della GA resta largamente orientata al tempo e non alla condizione. Molti gestori di velivoli della GA revisionano diligentemente i loro motori al TBO, revisionano le loro eliche tra cinque e sette anni e sostituiscono gli alternatori e le pompe a vuoto ogni 500 FH, proprio come Lycoming, TCM, Hartzell, McCauley, Kelly Aerospace e Parker Hannifin raccomandano. I gestori del Bonanza verificano i bulloni alari ogni cinque anni. Quelli del Cirrus sostituiscono le batterie ogni due anni.

## **HA SENSO TUTTO CIÒ?**

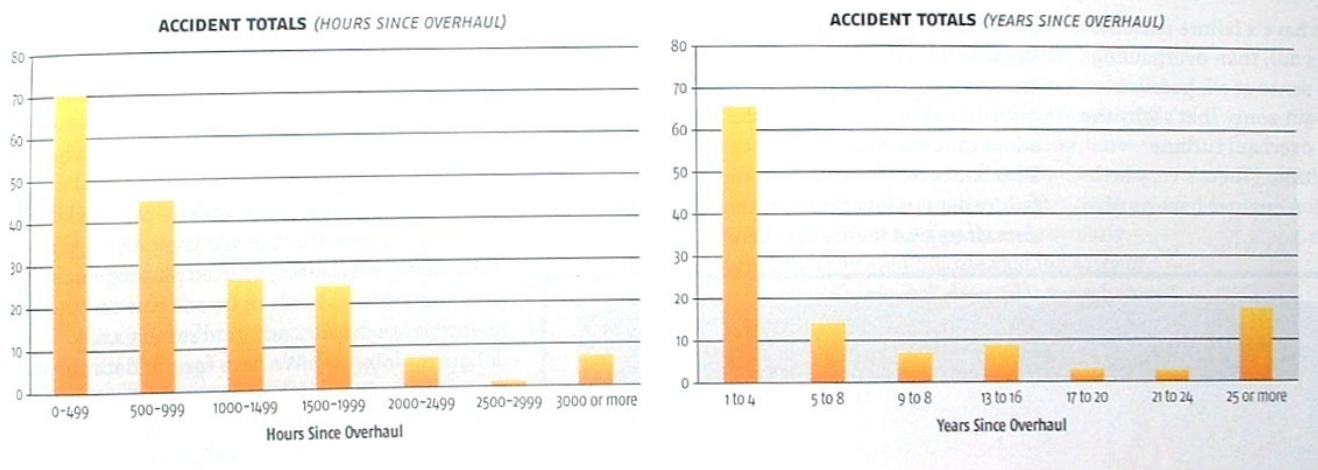
Dopo aver analizzato pile di dati operativi di alcuni operatori maggiori, i ricercatori RCM hanno concluso che gli intervalli fissi della revisione o la sostituzione di componenti raramente migliora la sicurezza o l'affidabilità, spesso peggiora le cose. Quando il TBO ha senso?

Per dare senso a un TBO fisso, il componente deve avere un comportamento del tipo B in fig. 1, per il quale ci si attende che il componente funzioni in modo affidabile per la vita utile prevedibile, oltre la quale la probabilità di guasto comincia a crescere rapidamente verso livelli inaccettabili.



Ma i motori a pistoni dei velivoli non presentano questo genere di andamento delle avarie. Sappiamo che essi presentano il massimo rischio catastrofico, non quando superano il TBO, ma invece quando sono nuovi di fabbrica o escono da una ditta di revisione. Guardiamo i risultati dello NTSB, relativi ad un quinquennio, dal 2001 al 2005, come da fig. 2.

**Figure 2**  
Small piston airplane accidents in 2001 through 2005 attributed by the NTSB to engine failure, by hours and years since engine overhaul.



I dati dello NTSB non possono dirci molto al riguardo del rischio di avaria del motore oltre il TBO, poiché molti motori sono uccisi prima del TBO. Ciò che appare chiaro è che i motori si guastano con una frequenza casuale durante i primi anni e poche centinaia di ore di servizio dopo la costruzione, la ricostruzione o la revisione.

Ovviamente, i nostri motori presentano dei comportamenti di guasto molto simili alla curva A o F della fig. 1, con un alto rischio di guasto per “mortalità infantile”.

Vi sentireste a vostro agio a imbarcare la vostra famiglia su un velivolo della GA con un motore con cinque ore da una revisione maggiore (SMOH)? Di notte? Su un terreno accidentato o sull’acqua? In condizioni strumentali (IMC)? Come vi sentireste dopo 10 FH da una SMOH? E dopo 25 da una SMOH?

Se l’andamento del guasto del motore è del tipo A (curva a vasca da bagno), allora la revisione a un TBO fisso diventa una spada a due lame.

Da una parte, ci tiene lontani da una zona presunta di usura. Dall’altra, ci mette proprio all’interno della condizione della mortalità precoce, dove i dati mostrano con chiarezza che il guasto del motore avviene comunemente in modo casuale.

Se il nostro motore ha un comportamento del tipo F (come quelli a turbina), allora la revisione a un TBO fisso non ha senso del tutto, perché non c’è un’evidente zona di usura. Ecco perché la revisione dei motori a turbina dei velivoli commerciali e militari è strettamente on-condition. (Ci sono pochissimi dati che suggeriscono che i motori a pistoni presentano un’evidente zona di usura, purtroppo)

## **CONSIDERAZIONE DA FARE**

Dal momento che abbiamo così pochi dati relativi ai motori a pistoni aeronautici che hanno funzionato oltre il TBO, è difficile persuadere i meccanici e i regolamentatori ad adottare una manutenzione on-condition, dove il TBO fisso rappresenta la norma. Noi non possiamo collezionare dati di avarie di motori se non ce ne sono e le avarie dei motori sono considerate inaccettabili perché possono causare feriti e morti. Pertanto, il programma di manutenzione per il motore di un velivolo deve essere stabilito senza il beneficio dei dati di guasto che il programma vuole evitare. I ricercatori di RCM chiamano questo fatto enigma di Resnikoff.

Noi conosciamo che la revisione a intervalli fissi è controproducente per il motore a turbina, pertanto aerolinee e militari hanno iniziato a ridurre le revisioni a tempi prefissati con quelle del tipo on-condition alcuni decenni fa (risparmiando un sacco di soldi). Possediamo tonnellate di dati relativi a motori a turbina, con moltissime ore di funzionamento, che mostrano con chiarezza che l'intervallo prefissato di revisione nuoce l'affidabilità più di quanto la aiuti, trascurando l'aumento dei costi di manutenzione e il fermo velivolo (downtime). Io credo fermamente che la stessa cosa sia valida per i motori a pistoni dei velivoli, ma purtroppo, non possiedo abbastanza dati di guasti relativi ai precedenti TBO, per provarlo oltre ogni ragionevole dubbio.

## **LA DOMANDA VERA**

Ci interessa veramente conoscere se il motore a pistoni va in avaria secondo la curva A o F? Forse no. Un motore a pistoni non è un componente con un singolo dominante modo di guasto e un andamento ben definito.

Le avarie ai motori avvengono per molte ragioni. Esso è un sistema complesso costituito da centinaia di componenti: blocco motore, albero motore, albero a cammes, aste, pistoni, anelli elastici, canne dei cilindri, teste dei cilindri, valvole, guide delle valvole, bilancieri, ingranaggi, cuscinetti, bulloni passanti, magneti, candele, etc., ognuno dei quali ha il suo proprio e unico modo e andamento di guasto. Un guasto del motore può essere dovuto all'avaria di ognuna di queste parti, ciascuna delle quali ha delle proprie caratteristiche di guasto.

Per addentrarsi nelle ragioni, nei tempi e nelle modalità per cui, spesso, i motori a pistoni si guastano, e come meglio prevenirle, dobbiamo analizzare i modi e gli andamenti delle avarie di ogni parte critica costituente il motore, invece di cercare di infilarle tutte dentro un solo andamento del guasto dell'intero motore.

Pensate alle valvole di scarico, per esempio. Sappiamo, per esperienza, che spesso non superano il TBO. Quando esse cominciano a funzionare male, siamo spesso in grado di comprendere la potenziale avaria (p.e. perdita dalle valvole) eseguendo il controllo annuale della compressione o l'ispezione boroscopica. Se il velivolo è equipaggiato con un controllo digitale del motore e se il pilota sa come interpretarlo, egli stesso può determinare un guasto potenziale alle valvole di scarico, prima del guaio definitivo. In ogni caso, un'avaria delle valvole è una situazione da emergenza (Mayday).

Questo può significare di dover ridurre il TBO del motore a qualcosa di meno di quello tipico della vita delle valvole? Dovremmo eseguire la revisione generale del motore a 500 o 1000 FH per prevenire il guasto delle valvole? Certamente no!

Perché no? Perché la riparazione di una valvola che perde può essere eseguita senza sbarcare il motore; richiede solo di togliere il cilindro. Disponiamo di eccellenti strumenti (come i boroscopi e i controlli digitali del motore) che ci aiutano a scoprire le potenziali avarie delle valvole prima che avvengano, ammesso che questi strumenti siano usati correttamente e con regolarità. (E sfortunatamente, non si vedono nella grande maggioranza dei casi, perché molti meccanici non sono addestrati all'uso del baroscopio e molti gestori non lo sono nell'interpretazione dei dati del controllo digitale).

Perciò, il prossimo mese esamineremo i componenti critici di un motore a pistoni, come si guastano, quali sono le conseguenze che quelle avarie hanno sulla funzionalità del motore e sulla sicurezza di volo, quale tipo di azioni manutentive possiamo mettere in atto per occuparci di queste avarie con efficacia e con costi ragionevoli.