

Traduzione dell'articolo "FLIGHT TEST PROFILES" di Mike Busch tratto dalla rivista Sport Aviation di gennaio 2012.

Il modo migliore per diagnosticare un problema al motore, di solito, è di farlo in volo.

PROFILI DI PROVE IN VOLO (PER L'ACCENSIONE).

SOMMARIO

Ulteriore articolo dedicato al problema motore, in particolare indirizzato alla diagnosi di accensioni non corrette o fuori tempo che indicano la presenza di un problema da risolvere con urgenza.

Un mio cliente mi ha riferito "Il motore ha iniziato a girare ruvidamente, ieri a circa metà strada da casa, così l'ho lasciato al centro di manutenzione"; "Potresti lavorare insieme ai miei motoristi per trovarne la causa?".

Molti esercenti di velivoli hanno una reazione di cacciare il loro velivolo in officina, quando sopravviene un problema. Apparentemente, pensano che la diagnosi sia un compito del motorista. E' come avere il mal di pancia e fissare un appuntamento dal chirurgo. Come i chirurghi, i motoristi aeronautici hanno il compito di stabilire le cose che non funzionano correttamente. Prima di andare dal chirurgo o da un motorista, dovete quantificare il funzionamento non adeguato. Avete bisogno di una diagnosi.

Tutte le diagnosi iniziano con dei dati. Se non ne avete dimestichezza, i dati iniziali probabilmente usciranno da un interrogatorio con il vostro medico di base, fornendogli una descrizione dettagliata dei sintomi. Esami successivi come quello del sangue, l'elettrocardiogramma, radiografie, biopsie locali, etc, potrebbero essere necessari per raccogliere ulteriori elementi per precisare e confermare la diagnosi.

Analogamente, se il motore del vostro velivolo sembra non a posto, gli elementi iniziali dovrebbero arrivare dal vostro racconto dettagliato dei sintomi ("sqwak") e dall'esame dei dati del sistema di monitoraggio digitale del motore. Analisi ulteriori, come l'esame dell'olio e del filtro, la prova di compressione, l'ispezione boroscopica, etc., possono servire per raccogliere ulteriori elementi per precisare e confermare la diagnosi.

Se il ruolo del motorista è analogo quello del chirurgo, l'esercente del velivolo ha il ruolo del medico di base. Sta a voi documentare i sintomi del vostro motore e ottenere i dati dal sistema di monitoraggio del motore. Le possibilità sono che voi abbiate necessità di analizzare questi elementi o inviarli a qualcuno che sappia cosa fare, sono pochi i motoristi addestrati o con esperienza di analisi dei dati del monitoraggio digitale. Si tratta di qualcosa che fortunatamente cambierà gradualmente con l'addestramento dei motoristi che è iniziato e proseguirà nel 21° secolo.

L'esercente come collaudatore.

I dati iniziali richiesti per diagnosticare la maggior parte dei problemi del motore è di raccogliarli durante il volo. Solo i più evidenti e quelli più ovvi possono essere diagnosticati durante la manutenzione o durante i rullaggi, come le perdite di olio o un magnete guasto. Perciò, la

responsabilità della raccolta di informazioni cade il più delle volte sotto la vostra responsabilità, non del motorista. Piacevole o no, voi siete dei piloti collaudatori.

Di solito, quando un mio cliente riporta un problema al motore, per prima cosa richiedo di eseguire uno o più voli di prova con dei profili appositi, per poi scaricare i dati dal sistema di monitoraggio per la mia analisi. Infine, spero che il pilota in questione sia addestrato alla conduzione di voli prova senza che io glielo debba chiedere, eliminando la necessità di un volo con un altro pilota.

I profili più utili sono:

- ⇒ prova dell'accensione candele,
- ⇒ prova della distribuzione della miscela,
- ⇒ prova delle perdite di ammissione.

Esaminiamoli in dettaglio.

Accensione delle candele.

Conosciuto anche come “in-flight LOP mag test”, la prova rappresenta il modo migliore per valutare la prestazione del sistema di accensione del motore. Ogni allievo pilota ha imparato a eseguire la prova magneti durante le prove motore al prevolo, ma molti piloti non hanno mai staccato un magnete in volo e non sono fiduciosi nel farlo. E' una sciocchezza, perché la prova in volo dell'accensione è di gran lunga più precisa e rivelatrice di ogni problema rispetto al solito run-up. La prova tipica dei magneti durante il prevolo può evidenziare solo i più evidenti difetti dell'accensione, mentre quella in volo ve ne rivelerà molti di più sottili.

La miglior prova d'accensione che potete eseguire è il controllo in volo dei magneti con il motore molto impoverito per ottenere la massima EGT (LOP = lean to peak). Se il motore non riesce a girare in modo fluido quando è al LOP, allora dovete eseguire la prova con la miscela più povera a cui il motore gira bene. Noi vogliamo che la miscela sia la più magra possibile perché l'accensione di una miscela magra è più difficile. Pertanto, se il vostro impianto è al limite, ciò diventerà evidente durante l'impoverimento in volo (LOP) prima che lo diventi in altre situazioni operative.

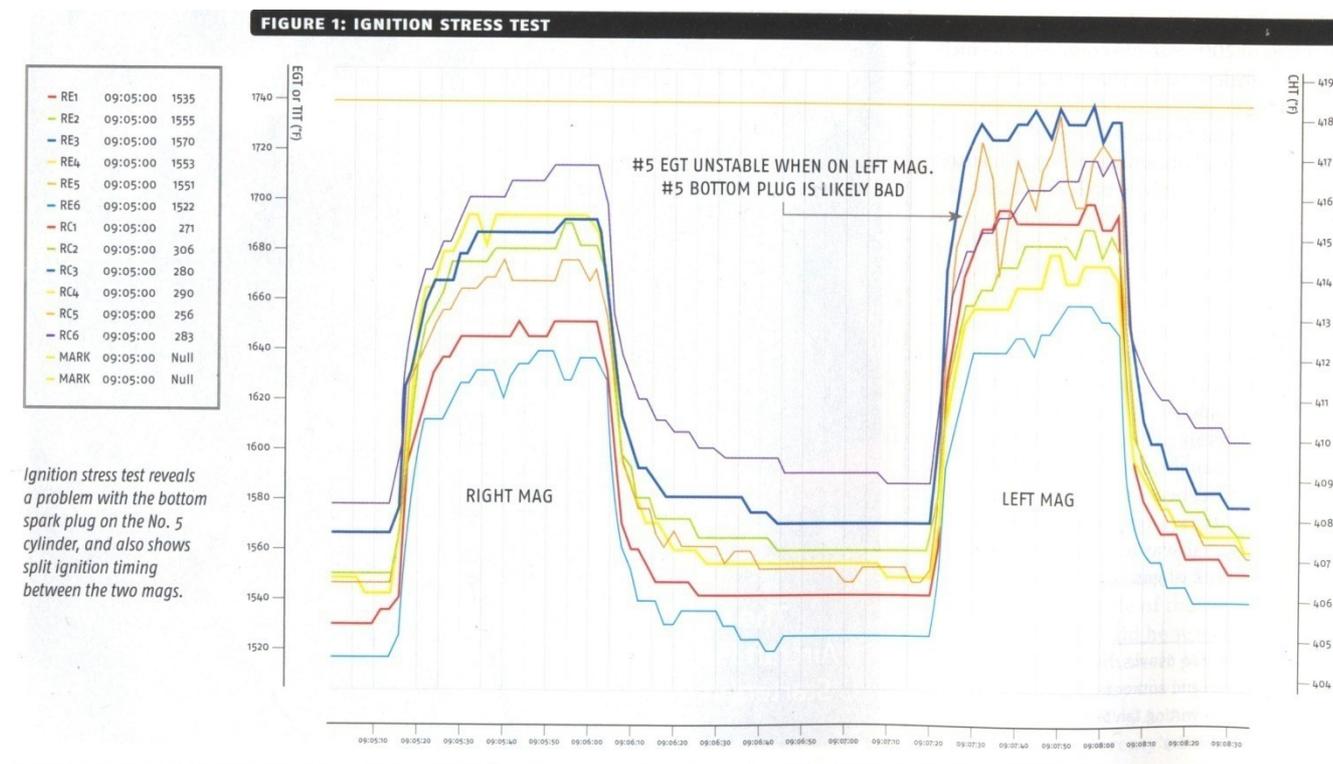
Se il vostro impianto di monitoraggio consente una velocità di campionatura programmabile dall'utente, allora sarà meglio selezionare la maggior velocità possibile. Per esempio, i monitors della serie JPI EDM hanno una campionatura a intervalli prestabiliti di sei secondi, ma può essere programmata per arrivare a intervalli di due secondi. Quando avete eseguito i voli prova, potete riportarla al valore iniziale (Nota: questo è valido per tutti i voli di prova di cui si parla in quest'articolo).

Questa prova dovrebbe essere eseguita in configurazione normale di crociera con la miscela selezionata al valore più basso che consenta una rotazione fluida del motore (preferibilmente LOP). Scegliete il “normalize mode” del vostro sistema di controllo del motore, il quale disporrà tutte le barre EGT nella posizione media della scala e aumenterà la sensibilità del

display grafico. Ora eseguite la prova magneti solita: BOTH-LEFT-BOTH-RIGHT-BOTH per i monomotori o staccando uno alla volta gli interruttori protetti per i bimotori.

Non eseguite la sequenza in fretta. Eseguitela molto lentamente, assicurandovi di far girare il motore in modo da eseguire almeno dieci intervalli di campionamento, prima di passare alla fase successiva. Se il sistema esegue il campionamento ogni sei secondi, rimarrete su ogni magnete per almeno un minuto; se il campionamento è ogni due secondi, ci rimarrete per almeno 20 secondi. Riportatevi in posizione BOTH per una durata uguale, tra ogni prova per il singolo magnete.

Se il vostro impianto è in salute, quando selezionate il singolo magnete, l'EGT salirà di 50°-100°F. Non aumenteranno della stessa quantità; infatti, è del tutto normale che i cilindri pari aumentino la temperatura più dei sinistri (o viceversa). Quello che è importante è che tutte le barre EGT aumentino e che rimangano quasi stabili su quel valore elevato. Vi accorgete di una debole ma percettibile riduzione di potenza durante il funzionamento con un solo magnete, ma il motore continuerà a girare rotondo. Il motore girerà sempre un po' meno fluidamente con un magnete che con due magneti, ma una ruvidezza che faccia domandare al vostro passeggero non pilota che cosa stia succedendo al motore è esagerata!



Una volta tornati a terra, scaricate i dati del motore e analizzateli. Dovete essere capaci di leggere i risultati delle prove molto più chiaramente dal grafico che dalla lettura degli strumenti di bordo durante il volo. La figura 1 presenta un buon esempio di una prova dell'impianto d'accensione in cui l'EGT n° 5 è instabile quando il motore gira con il solo magnete sinistro, indicando che la candela inferiore n° 5 presenta qualche problema. Si osserva anche che l'aumento delle EGT è maggiore durante il funzionamento del solo magnete destro che con quello sinistro, suggerendo che i due magneti hanno un anticipo differente.

Raccomando di eseguire la prova di accensione regolarmente, io lo faccio a ogni volo, generalmente al termine della crociera, proprio prima di iniziare la discesa. Dovrebbe essere eseguita tutte le volte che si abbia un sospetto di qualche anomalia al motore.

Prova della distribuzione della miscela.

Conosciuto anche come “GAMI lean test”, la prova di distribuzione della miscela determina quanta differenza di miscela c’è tra i cilindri del motore. Può rilevare degli iniettori sporchi o sottodimensionati, problemi alla valvola della presa d’aria, perdite di ammissione e altre anomalie del motore che possono causare miscele ineguali tra i cilindri.

La prova è normalmente eseguita a circa il 65% della potenza di crociera, a quote comprese tra 6000 ft e 10000 ft. Per i motori normalmente aspirati, è meglio eseguire la prova a quota abbastanza elevata da poter aprire tutta la farfalla.

Se il vostro sistema di monitoraggio del motore rileva anche il flusso di combustibile, allora potrete eseguire la prova e l’analisi dei dati più avanti. Diversamente, dovrete trascrivere le letture del flussometro durante la prova. La descrizione seguente suppone che il sistema di monitoraggio non rilevi il flusso e che i dati devono essere rilevati manualmente.

Si inizia con miscela tutta ricca, si registra il flusso e l’EGT di ogni cilindro. Poi, si smagrisce molto, molto lentamente (un comando Vernier è molto utile) finché un primo cilindro raggiunge il picco di EGT, annotatene il valore per quel cilindro e il flusso esatto di combustibile (il più vicino a 0,1 gph o 1,0 pph) corrispondente. Continuate a impoverire molto, molto lentamente fino a che ogni cilindro raggiunge il massimo di EGT e registrate i valori di picco raggiunti da ogni cilindro e il flusso di combustibile associato a ogni picco.

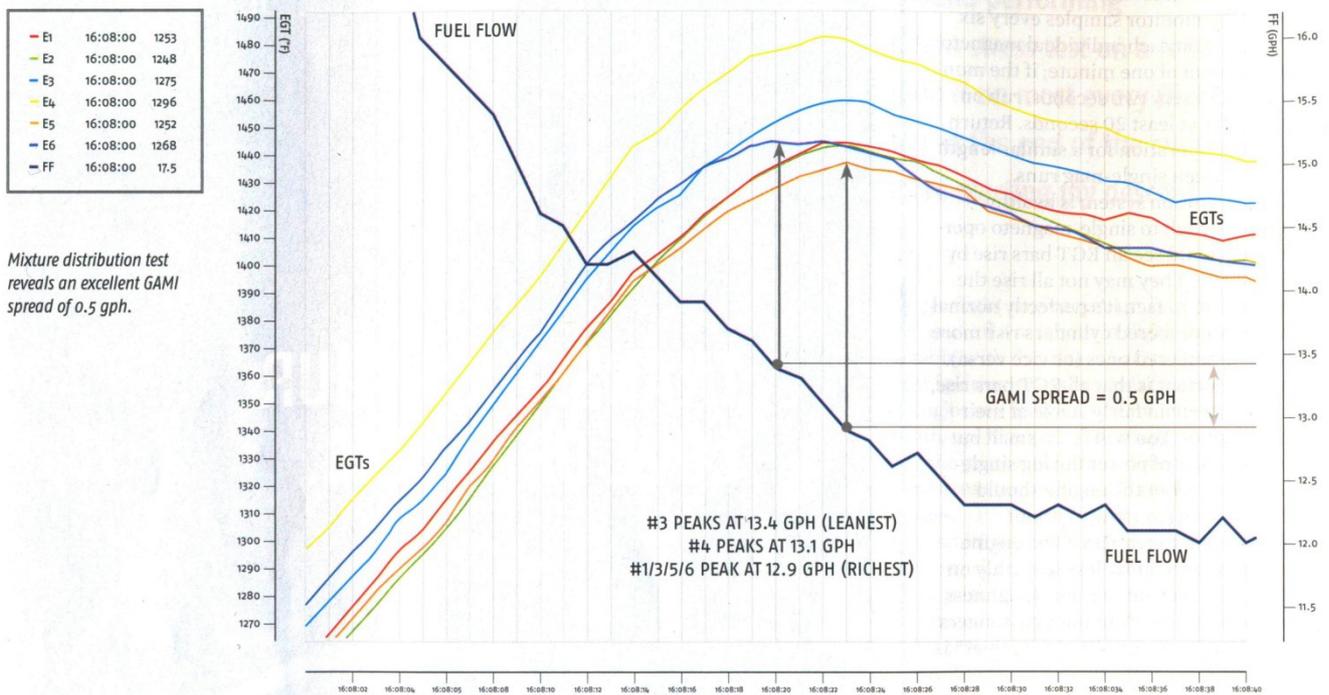
Di solito, si esegue la procedura alcune volte per ottenere dei risultati affidabili.

Una volta raccolti i dati, potrete ottenere due tipi di informazioni. La prima è la differenza tra il picco di EGT tutto ricco e quello max di ogni cilindro, chiamato “lean range” o intervallo di impoverimento per quel cilindro; la seconda è la differenza di flusso di combustibile tra il primo e l’ultimo cilindro che raggiungono il max di EGT, chiamato anche “GAMI SPREAD”.

Per la maggior parte dei motori, l’intervallo di impoverimento di ogni cilindro, l’aumento del valore di EGT da tutto ricco al max, dovrebbe essere intorno a 250°F – 300°F. Se qualche cilindro avesse un intervallo sostanzialmente più ridotto rispetto agli altri, potrebbe funzionare troppo impoverito alla potenza di decollo ed essere più vulnerabile al surriscaldamento o alla detonazione. Si potrebbe sospettare un iniettore bloccato o una perdita d’ammissione.

Il “GAMI SPREAD” è la misura di una distribuzione ineguale della miscela. Più la differenza è piccola, migliore è la distribuzione. Un motore a iniezione con gli iniettori ben calibrati presenta un GAMI di circa 0,5 gph. Usando gli iniettori a magazzino non calibrati, i Lycoming a iniezione e i Continental a flusso incrociato hanno una differenza di circa 1,0 gph, mentre i Continental con ammissione dal basso presentano spesso una differenza di 1,5 gph o più. Alcuni motori a carburatore (e.g. la serie Continental O-470) possono presentare delle differenze nell’intervallo 2-3 gph. L’esperienza mostra che se il motore ha un GAMI spread superiore a 1,0 gph, forse non riuscirà a girare fluidamente con miscela LOP (magra, ndt).

FIGURE 2: MIXTURE DISTRIBUTION TEST



La figura 2 presenta una prova di distribuzione della miscela con un GAMI spread di 0,5 gph, che è molto buono. Si osservi che il monitoraggio di questo motore è configurato in modo da presentare anche il valore del flusso di combustibile, rendendo l'analisi molto semplice e eliminando la necessità di registrare manualmente il flusso.

Raccomando di eseguire questa prova ogni 12 mesi o 100 FH, quale si raggiunge prima e anche tutte le volte che si sospetta un'anomalia al motore.

Prova delle perdite di ammissione.

Questa prova in volo è un metodo efficace per determinare eventuali perdite nell'impianto di ammissione del motore. La miglior esecuzione si ottiene in volo livellato in crociera a circa 5000 ft MSL. Si tratta di un paio di prove: quella a elevata MP e quella a bassa MP.

Per quella ad alta MP, si inizia con una potenza abbastanza elevata - farfalla tutta aperta per i motori aspirati o MP uguale alla pressione esterna per i turbocompressi - e miscela tutta ricca. Si registra l'EGT di ogni cilindro.

Per quella a bassa MP, si riduce la MP di circa 10 in. e si registrano ancora le EGT di ogni cilindro.

Si trascurano i valori assoluti di EGT. Invece, si misura la differenza la variazione di EGT (delta) di ogni cilindro tra le due prove. Idealmente, l'entità della variazione di EGT dovrebbe essere pressappoco la stessa per tutti i cilindri. Se un cilindro (o due cilindri adiacenti) mostra un'entità della variazione abbastanza differente dalle altre, potete ipotizzare una perdita di ammissione che interessa quel cilindro (o quei due adiacenti).

Ecco il principio su cui si fonda la prova: durante quella ad alta MP, la pressione di alimentazione è molto vicina alla pressione ambiente, per cui qualunque perdita avrà un effetto trascurabile o nessuno sul funzionamento del motore. Durante la prova a bassa MP, il suo valore è parecchio più basso della pressione esterna (10 in. all'incirca), per cui ogni perdita dell'ammissione farà funzionare il cilindro interessato con una miscela più povera degli altri, con il risultato di una riduzione di EGT inferiore a quella degli altri cilindri.

Raccomando di eseguire questa prova ogni volta che sospettate una MP o una distribuzione della miscela anomala.

Adesso indossate il vostro berretto di pilota collaudatore ed eseguite alcuni di questi profili di prova!