

Traduzione dell'articolo "THE REDUNDANCY TRAP" di Mike Busch tratto dalla rivista Sport Aviation di maggio 2013.

Il modo migliore per proteggervi da un'avaria di qualche componente è di averne due, è vero?

RIDONDANZA O NO?

SOMMARIO

L'autore discute le criticità della ridondanza di magneti, pompe a vuoto, regolatori di tensione, per fronteggiare eventuali avarie in volo e a favore della sicurezza del volo. Fornisce dei consigli utili per migliorare il comportamento in volo oltre a suggerire indirettamente dei controlli almeno all'annuale.

Civil Aviation Regulation

Part 13 – Aircraft Engine Airworthiness

Subpart B – Reciprocating engines

§ 13.111 Ignition System. All spark ignition engines shall be equipped with either a dual ignition system having at least two spark plugs per cylinder and two separate electrical circuits with separate sources of energy, or an ignition system, which will function with equal reliability in flight,

Federal Aviation Regulation (14 CFR)

Part 33 – Airworthiness standards: aircraft Engines

Subpart C – Design and Construction; reciprocating Aircraft Engines

33.37 Ignition system. Each spark ignition engine must have a dual ignition system with at least two spark plugs for each cylinder and two separate electric circuits with separate sources of electrical energy, or have an ignition system of equivalent in-flight reliability.

Sia la FAR che la precedente CAR richiede che i motori a scoppio con accensione a candela certificati per velivoli, il tipo che la maggior parte di noi usa, abbiano un impianto di accensione completamente ridondante. Ci sono delle buone ragioni per fare ciò: le avarie del sistema di accensione in questi motori sono abbastanza comuni. Senza un impianto di accensione funzionante correttamente, il motore potrebbe spegnersi, il velivolo potrebbe precipitare e le persone farsi male.

Quanto spesso l'accensione va in avaria? Certamente, le candele si consumano molto, ma le conseguenze di solito non sono serie, certe volte non ce ne accorgiamo pure, proprio perché ci sono due candele per ogni cilindro e una è sufficiente per dare energia. Di solito, l'unica indicazione che una candela si è rotta durante il volo è fornito dall'EGT del cilindro interessato che aumenta di 50°F o giù di lì. E a meno che non abbiate un EMS installato e lo abbiate selezionato nel "modo normalizzato", probabilmente voi non ve ne accorgete mai. Spesso, queste avarie non sono

trovate fino al controllo magneti nel successivo prevolo quando la candela in avaria determina una caduta di giri eccessiva. Altre volte, si rilevano all'ispezione annuale o alla pulitura periodica delle candele.

L'avaria dei magneti capita con minor frequenza, ma quando capita, le conseguenze possono essere molto più serie, o no in dipendenza dal tipo specifico dell'avaria. Se il magnete va in avaria subito - perché il breaker è aperto, la bobina si apre o il condensatore va in corto - allora le conseguenze sono relativamente favorevoli. Tutti i cilindri continuano a fornire potenza con l'impianto singolo e tutte le EGT risalgono in accordo. Volate a destinazione e tenete il magnete in avaria bloccato. Non è difficile.

In altre parole, l'avaria che influisce sull'anticipo del magnete può rendere tutto difficile, soprattutto se è anticipato - cioè la scintilla scocca prima del dovuto. Un magnete che da energia 5 gradi prima può spingere le CHT verso l'alto e un che scocca 10 gradi prima può forare i pistoni e far distaccare la testa del cilindro. Per nulla piacevole.

Il caso peggiore di avaria dei magneti - e quella che vediamo spesso con preoccupazione - capita quando l'ingranaggio distributore di plastica del magnete si rovina e inizia a perdere qualche dente. (cfr fig. 1). Quando capita, il magnete può iniziare a far scoccare la scintilla a caso e con anticipo casuale e si scatena l'inferno. Il motore comincia a girare in modo molto incostante e se il pilota non è rapido nel chiudere la farfalla, esso può iniziare a rompersi seriamente.



Figure 1—Distributor gear failures like these can cause a magneto to start firing random spark plugs at random times.

Sono personalmente al corrente di sei avarie di questo genere dei distributori dei magneti, nei due anni trascorsi, su una flotta di 300 velivoli a pistoncini operati da clienti della mia società. Significa un'avaria all'anno ogni 100 velivoli. Per il mio modo di vedere, si tratta di un rateo un po' elevato, date le potenziali conseguenze distruttive di tali avarie.

Nessun timore, questo è il motivo per cui la FAA pretende che i nostri motori abbiano due magneti. Anche se un magnete va in avaria e impazzisce, ne abbiamo un altro in buona salute per tornare a casa, giusto?

Non è proprio vero.

L'illusione del doppio magnete.

Ho esaminato minuziosamente le sei avarie dei distributori dei magneti. Sono avvenute a ogni tipo di piloti, dai pivelli a CFI veterani con molte migliaia di ore. Sono avvenute in varie fasi di volo, dalla quota di circuito al livello 210.

Il punto è questo: non una volta il pilota ha avuto la presenza di spirito di identificare e staccare il magnete in avaria! Questo è vero anche per l'avaria al FL 210, quando il pilota esperto ha trascorso quasi mezzora in questa situazione dato che stava scendendo per un atterraggio d'emergenza al Lunken Field di Cincinnati. In ciascuno dei sei casi –piloti novelli o esperti, bassa o alta quota – il pilota ha dichiarato emergenza, portato la manetta quasi al minimo di volo e atterrato all'aeroporto più vicino. Per fortuna, tutti gli atterraggi sono avvenuti senza danni.

Inutile dirlo, se i piloti coinvolti avessero pensato di fronteggiare quest'avaria identificando e isolando il magnete non funzionante, il motore avrebbe ripreso a girare rotondo e il velivolo avrebbe continuato senza danni fino alla destinazione pianificata, dove sarebbe stato riparato o sostituito. Ma nessuno l'ha fatto. Ciascuno ha gestito la situazione come se fosse stata disastrosa. Nessuno ha cercato di comprendere o risolvere il problema, qualcosa che si esegue facilmente disattivando un magnete alla volta e trovando quello non funzionante e escludendolo.

Certamente, con un tipo di avaria del genere, avere un magnete efficiente non vi serve se non disattivate quello in avaria. Chiaramente, abbiamo un problema di preparazione.

Cosa si può dire dei magneti 1-1/2?

Adesso ci sono i doppi magneti Bendix D2000/D3000 installati su molti motori Lycoming. Se il numero del modello del vostro Lycoming termina con un suffisso "D" – p.e. O-360-A1FD o TIO-540-F2BD – forse installa uno di questi modelli. In sostanza, si tratta di due magneti riuniti in una scatola, con un singolo albero motore, installato su una sola presa di moto sulla scatola degli accessori (cfr fig. 2). L'idea che sta dietro il doppio magnete è quella di ridurre l'impegno e la complessità della trasmissione sul retro de motore.



Figure 2—The Bendix D2000/D3000 dual mag is basically two independent magnetos packaged into a single unit.

Forse i tecnici Lycoming non hanno avuto una brillante idea. L'intrepido leader di Sport Aviation J. Mac McClellan ha scritto sul suo blog settimanale Left Seat in novembre 2012 in maniera brillante il titolo "Un magnete e mezzo è abbastanza?" per sottolineare il fatto. Sono rimasto allibito da quanti operatori di velivoli e meccanici hanno risposto con una cattiva esperienza con il doppio magnete, alcuni sono arrivati ad affermare che non vorrebbero volare più su un velivolo equipaggiato con il doppio magnete.

È ormai ben accettato che il D2000 non sia per nulla affidabile e molti di questi sono stati sostituiti da tempo con l'ultima versione D3000, che è molto migliorata. Ma per quanto il D3000 sia effettivamente doppio – due ruttori, due bobine, due distributori e relativi ingranaggi – non fornisce ancora la stessa ridondanza di due magneti convenzionali.

Una delle aree con i maggiori problemi è costituita dalle fasce di ritegno che fissano il magnete al motore. Hanno la caratteristica di allentarsi – o perché non sono correttamente serrate dai meccanici in campo o perché la flangia di sostegno del magnete o la presa sul motore è usurata. Quando la fascetta si allenta, il doppio magnete si può spostare e alterare l'anticipo di entrambi i magneti, non di uno solo.

Altro punto debole è la coppia che trascina il doppio magnete dalla presa di moto del motore. Il motore equipaggiato con il doppio magnete ha solo una presa di moto, invece di due, e la mancanza della coppia fa perdere l'intero impianto d'accensione.

Anche se il magnete doppio D2000/D3000 è rispondente alla lettera del requisito FAA della doppia sorgente stabilito nel CAR 13.111 e FAR 33.37, domando se è rispondente allo spirito del requisito. Il doppio magnete non fornisce lo stesso livello di ridondanza dei due magneti convenzionali e mi domando se la FAA non ha commesso un errore certificandolo.

Modi di guasto comuni.

Anche con due magneti convenzionali, è possibile compromettere l'intero impianto di accensione con una semplice avaria. Un simile fatto è accaduto a uno dei miei clienti il quale stava volando in crociera col suo Cessna 340 al livello 240 quando all'improvviso il motore sinistro impazzì e cominciò a vibrare così violentemente che il pilota ebbe il timore che si staccasse dalle ali.

Il pilota chiamò l'ATC, dichiarò emergenza e richiese una quota inferiore. Ridusse motore (e si ridussero gli scuotimenti) e iniziò una discesa d'emergenza. Sceso di un paio di migliaia di



Figure 3—Fracture of this plastic magneto pressurization filter caused simultaneous and severe high-altitude misfire of both magnetos. So much for redundancy..

piedi, il motore sinistro cominciò a girare molto meglio, per cui continuò a quota più bassa e rientrò a casa. Descrisse l'esperienza al suo A&P e gli domandò di provare a risolvere il problema.

Appena il meccanico scoperchiò il motore sinistro, il problema fu immediatamente evidente. Il 340 era equipaggiato con motori RAM con i magneti pressurizzati Slick serie 6300. Un raccordo di sottile plastica sul filtro della pressurizzazione del magnete si era rotto, depressurizzando istantaneamente entrambi i magneti e facendo loro generare scariche violente per la quota elevata. Il meccanico rimosse entrambi i

magneti e li aprì. Trovò tracce evidenti di scariche voltaiche e uno degli ingranaggi dei distributori gravemente bruciato e parzialmente fuso.

Una volta ancora, ammutolisco davanti a una coppia di magneti che condividono stesso condotto e stesso filtro per la pressurizzazione, perché ciò determina il rischio potenziale di un singolo punto di avaria che può metter in crisi entrambi i magneti contemporaneamente, eliminando la ridondanza che la FAA richiede e che il pilota si aspetta. Eppure tutte le installazioni di magneti pressurizzati che ho visto sono fatte così. È un motivo per cui non apprezzo i magneti pressurizzati e non voglio montarli sul mio velivolo turbo.

Avarie nascoste.

Molti velivoli certificati della GA installano dei giroscopi alimentati da pompe a vuoto. La pompa a vuoto a secco ha il peggior modo di guasto di tutti i componenti dei velivoli GA: si guasta invariabilmente all'improvviso e senza alcun preavviso. Un minuto prima lavora perfettamente bene, dopo alcuni millisecondi si guasta completamente in una nuvola di grafite e plastica fusa. Ed è impossibile prevedere quando sta per guastarsi; ho visto pompe funzionare per oltre 1000 FH senza fallo, altre guastarsi in cinque ore.

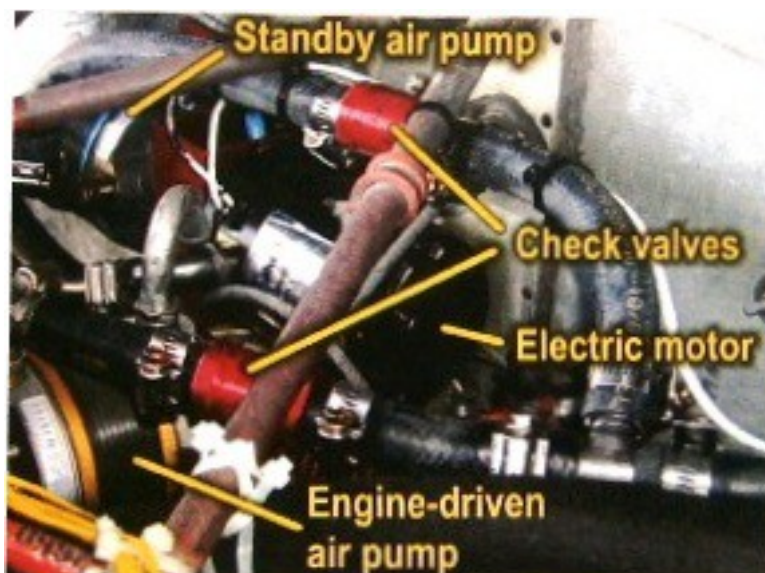


Figure 4—A standby vacuum system like this Aero Safe Guardian I can provide protection against a vacuum pump failure—but only if you test it regularly during preflight.

Pertanto, per ogni velivolo che vola in IFR e dipende da un gyro pneumatico per funzionare, è essenziale disporre di una pompa di riserva. I bimotori generalmente hanno due pompe a vuoto, una per motore, fornendo la dovuta ridondanza. I monomotori spesso sono equipaggiati con un impianto di riserva azionato da un motore elettrico, come l'Aero Safe Guardian I, mostrato in figura 4.

Un tale impianto a vuoto può essere un ottimo modo per proteggersi dai guasti di una pompa a vuoto – purché sia fatta funzionare solo quando ne avete bisogno. Purtroppo, molti piloti non si preoccupano di verificare se funziona o no. E anche molti meccanici non lo provano – poiché è molto improbabile che sia inserito nella check list di un'ispezione.

Un simile impianto a vuoto è relativamente complesso con parecchi modi di guasto potenziali: motore, pompa, valvole di non ritorno, cablaggio, etc. Inutile dirlo, se vi succede un'avaria della pompa a vuoto durante un volo in basso IMC tra le nuvole, non è questo il momento migliore per sapere se il vostro impianto di riserva funziona oppure no. Dovete provarlo periodicamente, preferibilmente ad ogni prevolo prima di iniziare quei voli durante i quali è previsto un IMC.

Similmente, i bimotori Cessna serie 300 e 400 costruiti prima del 1973 hanno un impianto elettrico equipaggiato con regolatori di tensione identici chiamati MAIN e STBY. C'è un interruttore frenato sotto guardiola che consente al pilota di azionarlo verso lo STBY se il regolatore MAIN va in avaria. Il POH richiede:

<Per le operazioni normali, l'interruttore dev'essere lasciato in MAIN. Se il regolatore supera il max prestabilito, il relè di sovratensione si apre ed entrambi i generatori si sganciano. Portando il selettore da MAIN a STBY si selezionano il regolatore di riserva e il relè di sovratensione e sgancia il relè principale.>

Presumibilmente, i piloti di questi velivoli volano in giro da decenni senza aver mai verificato se lo STBY in quel momento funziona. Il regolatore STBY non è quasi mai controllato durante l'ispezione annuale, dato che non può essere provato senza entrambi i motori in moto. Cosicché se mai il regolatore MAIN dovesse guastarsi, è come un lancio di dadi sapere se il STBY funziona quando serve. Contrariamente al POH, insegno ai piloti di questi velivoli a volare con il regolatore STBY di tanto in tanto per assicurarsi che dispongono al momento della ridondanza che è previsto che l'impianto debba mettere a disposizione.