

Traduzione dell'articolo "ROTAX 912 FUEL PUMPS" di Brian and Carol Carpenter tratto dalla rivista Sport Aviation di settembre 2018.

IL MODELLO 3D FORNISCE UNA VISIONE UNICA DELL'INTERNO PER UNA MIGLIORE COMPrensIONE.

## SOMMARIO

Ulteriore articolo sui motori Rotax, questa volta relativo alle nuove pompe combustibile. Spiegano di avere realizzato un modello 3D per meglio mostrare il funzionamento del prodotto. Non manca il richiamo alla prudenza nella modifica di parti non conoscendo completamente il funzionamento del componente.

Dopo ogni corso di formazione per riparatori di velivoli light-sport (LSRM) che teniamo alla Rainbow Aviation, spendiamo normalmente buona parte del tempo per aggiornare il nostro curriculum. Finora, abbiamo desiderato aggiornarlo per evidenziare meglio tutto ciò che riguarda le pompe combustibile impiegate sul Rotax 912.

Per molti anni, quest'argomento è stato in cima alla formazione in classe, poiché ci sono stati molti problemi relativi alla meccanica della pompa. Molti erano determinati dagli operatori, ma alcuni causati dal progetto della pompa stessa. Ne è risultato, intorno al 2013, il



Figure 2: Second-generation fuel pump



Figure 3: Best number identification

bollettino di servizio della Rotax SB-912-063, *Replacement of fuel pump for Rotax engine type 912*.

Esso ha sancito l'introduzione delle pompe combustibile di terza generazione P/N 893114 e 893115 (fig.1). È bene riportare che dopo cinque anni dalla sua introduzione, prestazioni e affidabilità si sono dimostrate molto superiori a quelle della seconda generazione P/N 892542 e 892546. Queste ultime si identificano bene dalla stampigliatura "AC" sulla testa della pompa (fig. 2), ma in modo molto più evidente dall'identificativo stampigliato sulla sua flangia di attacco (fig. 3). Se volete conoscere qualche differenza in più, si tratta della stessa pompa, una con i tubi preinstallati, l'altra senza.

Generare un modello 3D accurato e completo ci permette di mostrare il funzionamento interno della pompa mediante sezioni, viste in trasparenza, disegni, viste esplose e presentazioni che sono insuperabili nel fare passare dei concetti durante il corso.

Il solo modo per ottenere un modello 3D accurato è di smontarla pezzo per pezzo ed eseguire la ricostruzione al contrario. Si tratta di un processo distruttivo che richiede di segare molti



Figure 1: Fuel pump rendering



componenti per misurarne le dimensioni con accuratezza, in particolare quelle più interne. È arduo entusiasarsi per fare a pezzi un componente nuovo da 200 \$, distruggendolo del tutto, solo per il gusto di misurarne ogni componente. Tuttavia, la fortuna ci ha sorriso quando la nostra richiesta di una pompa danneggiata è stata soddisfatta da uno dei nostri primi allievi. Benché il modello 3D e le immagini presentate nell'articolo si riferiscano ad una pompa nuova, è sempre piacevole mostrare le capacità del software di modellazione SOLIDWORKS 3D, disponibile gratis per i soci della EAA (dettagli sul sito [www.eaa.org/solidworks](http://www.eaa.org/solidworks)).

Adesso possiamo “guardare” all'interno della pompa combustibile e comprenderne meglio il funzionamento. Innanzi tutto, il funzionamento è simile a quello della maggior parte delle pompe combustibile meccaniche in produzione. Il concetto tecnologico del diaframma e delle due valvole di non ritorno per muovere il fluido data da ormai oltre 150 anni. Quando approda in aeronautica, l'obiettivo è di renderla non troppo costosa, leggera e soprattutto sicura e affidabile. Si è dimostrata una sfida, sapendo che ora stiamo lavorando sulla terza generazione di pompe per il Rotax 912.



La fig. 4 rappresenta i componenti interni che costituiscono la pompa. Il corpo della pompa è fissato alla scatola degli ingranaggi e il suo albero è azionato da una camma eccentrica concentrica all'albero dell'elica. Una molla rigida, che esercita una forza di circa 50 libbre per pollice di spostamento, è installata nella base del corpo della pompa ed è vincolata all'albero della pompa stessa tramite una rondella a coppa e un fermo di ritegno. Sostanzialmente, questa mantiene l'albero della pompa appoggiato alla camma eccentrica sull'albero dell'elica.

Questo è il punto dove troviamo alcuni dei maggiori difetti per il funzionamento della pompa. L'altra estremità dell'albero non è collegata direttamente al diaframma, ma invece si muove libera all'interno della campana, che è collegata direttamente al diaframma (fig. 5). L'albero è a

contatto della parte inferiore della campana e può spingere verso il basso il diaframma, ma si muove libero nella campana perché l'albero è mosso nella pompa dall'eccentrico sull'albero dell'elica. Dato che non è possibile che la camma prema sull'albero della pompa, è solo la forza della molla che determina la spinta verso il basso sul diaframma. Inoltre, dato che



non c'è collegamento tra pompa e diaframma nella corsa verso l'alto, solo l'azione interna della molla può determinare il moto del diaframma verso l'alto. La molla interna, che ha una forza di circa 22 libbre per pollice di spostamento, è per definizione ciò che controlla la pressione all'interno della pompa. L'area della superficie del diaframma in rapporto con la forza della molla uguaglia la pressione del combustibile. Solo il movimento del diaframma produce il flusso di combustibile attraverso la pompa. Sui motori al minimo senza un ritorno di fluido verso il serbatoio, l'entità del movimento è minuscola. Al contrario, l'entità dello spostamento del diaframma diventa maggiore a tutta potenza in presenza di by-pass. L'albero della pompa, in altre parole, ha la medesima corsa ad ogni giro, indipendentemente dallo spostamento del diaframma. È la combinazione delle due molle che determina il movimento del diaframma. La molla esterna più rigida preme verso il basso il diaframma, essenzialmente alimentando la pompa. Quella interna più morbida spinge il diaframma verso l'alto, determinando la pressione del combustibile e il flusso.

Poco tempo fa abbiamo parlato con un meccanico che ha modificato dozzine di pompe combustibile riducendo la lunghezza della molla esterna, pensando di ridurre la pressione del combustibile. Anche se così facendo si riduce la pressione del combustibile, si perde di vista il quadro d'insieme. Come premessa del suo lavoro, la molla esterna non deve alimentare troppo la pompa. L'albero della pompa dovrebbe galleggiare e spostarsi su e giù sulla camma sull'albero dell'elica, determinando una potenziale avaria prematura. In aggiunta, farebbe ridurre la capacità totale della pompa stessa. Durante le lezioni spesso affermiamo "Quando vi accingete a modificare da voi stessi, state presentandovi come superiori a tutta la conoscenza collettiva degli ingegneri della Rotax". In questo caso specifico, il meccanico stava cercando di risolvere un sintomo di un problema più grande. Stava cercando di rimediare alla perdita tra spillo e sede che, ironicamente, sarebbe stato creato da un altro fraintendimento sulla fisica di base del sistema.

L'albero della pompa è lubrificato tramite due aperture nella parte bassa della scatola che corrono su entrambi i lati per tutta la lunghezza della superficie del cuscinetto dell'albero della pompa. Una guarnizione Garlock previene le perdite di olio al centro della pompa. Questa è la zona in cui le pompe di seconda generazione hanno manifestato dei problemi. Affinché il diaframma si muova, la faccia inferiore deve trovarsi alla pressione atmosferica. Quelle della seconda generazione disponevano di due forellini su entrambe le facce dell'involucro inferiore della pompa. Era facile che

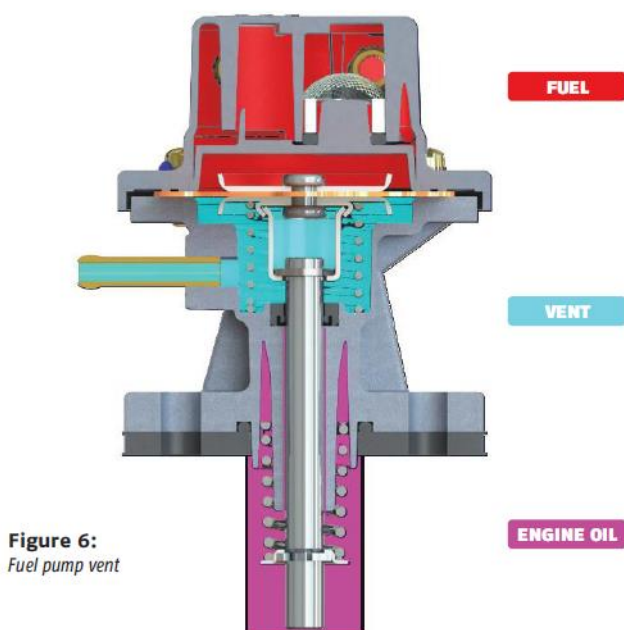


Figure 6:  
Fuel pump vent

la guarnizione Garlock cominciasse a lasciar trafilare olio. Anche se le perdite erano veramente piccole, avere spruzzi di olio dentro alla cappottatura, come pure sul parabrezza e sulla fusoliera era preoccupante per un motore che per il resto raggiungeva il suo TBO senza una perdita. Sulle pompe nuove della terza generazione, c'è un ugello per il drenaggio nella porzione centrale della pompa che separa la sezione di pompaggio dalla sezione della lubrificazione e del movimento (Fig. 6). Ora si può collegare un condotto all'esterno della pompa fino agli scarichi del motore e fuori dalla pancia del velivolo. L'olio che fuoriesce dal condotto è indice della rottura del diaframma. Come potete ben immaginare, avere spruzzi di

combustibile o di olio direttamente nel vano motore non è simpatico. In ogni caso, lo scopo del drenaggio è duplice. Fornisce un'informazione ulteriore sullo stato della guarnizione Garlock e del diaframma della pompa. Molti costruttori oggi stanno incorporando un piccolo recipiente ventilato alla fine del condotto per raccogliere le possibili perdite per ispezione e valutazione. In teoria, sistemare un condotto all'aria in zona di bassa o alta pressione potrebbe aiutare la molla di pompaggio, cambiando la pressione del combustibile.

La struttura della doppia valvola di non ritorno è tradizionale, due piatti di tessuto rinforzato con silicone che agiscono come valvole di non ritorno aiutati da piccole molle. Così il flusso del combustibile è spinto in una sola direzione e le molle sono sufficientemente leggere da permettere che il fluido transiti liberamente da una pompa elettrica attraversando la pompa stessa. L'ingresso e l'uscita della pompa possono essere identificati da frecce in rilievo sulle protuberanze dei raccordi. In aggiunta, quello di ingresso ha un diametro maggiore di quello d'uscita. Poiché il diaframma è spinto in basso dalla molla inferiore esterna, il fluido è aspirato attraverso la bocca d'ingresso nella camera di aspirazione, dove è presente un filtro di plastica flessibile, circa 400 micron, che protegge le valvole di non ritorno dai contaminanti. Anche un piccolo granello può infiltrarsi sotto la faccia della valvola e impedirne la funzione, per cui si tratta di un componente critico nel funzionamento della pompa. Anche le pompe di seconda generazione presentano un filtro interno, ma è installato in posto inaccessibile all'ispezione o alla pulizia.

Tutte le tre generazioni di pompe combustibile sono considerate non riparabili. Anche se le pompe di ultima generazione hanno delle viti lungo il perimetro per raggiungere il diaframma e la guarnizione della pompa, tuttavia sono considerate non riparabili. Ogni vite ha una coppia di serraggio applicata in fabbrica. Cambiare la coppia per rimuovere le viti, significa fare decadere la garanzia del prodotto. In realtà, non c'è alcuna ragione di aprire la pompa subito. La funzione primaria della pompa è costituita dalle valvole di non ritorno che sono posizionate a pressione nelle loro sedi



**Figure 7:**  
*Filter inspection*

presenti nel sottoassieme. Anche quest'ultimo è pressato nel cappello della pompa. Dobbiamo eseguire un foro nel cappello e servirci di un punzone per estrarre il sottoassieme delle valvole per la modellazione 3D. Questo è il componente da smontare per accedere al filtro di plastica. Tuttavia, diversamente dalla seconda generazione, si può vedere il filtro togliendo il raccordo all'ingresso (fig. 7). Anche se sarebbe difficile eliminare la sporcizia dalla camera d'entrata, la possibilità di accesso per una verifica dell'avaria sarebbe importante. Bisogna ricordarsi che il filtro di plastica è delicato e fragile. Non dovete mai utilizzare aria compressa per soffiarvi dentro. Soffiare in

verso opposto è reso impossibile dalle valvole di non ritorno e soffiare nella direzione del flusso potrebbe rovinare il filtro di plastica. Ricordate che il metodo principale per evitare l'inquinamento della pompa è di installare un filtro sul velivolo o sul motore. Trovare dei contaminanti nella vaschetta del carburatore significa, per definizione, che essi hanno superato il filtro della pompa.

Il progetto di questa nuova pompa nel complesso risponde ai criteri di cui abbiamo parlato nell'introduzione, economicità, leggerezza, sicurezza e affidabilità. Ci si aspetta che i guai al motore

correlati alle pompe si riducano. Ci saranno probabilmente ancora dei problemi dovuti agli esercenti, ma siamo in grado di dominarli ora che abbiamo raggiunto l'obiettivo di disporre di un modello 3D per capire il funzionamento interno della pompa. Forse il modello 3D ridurrà la spinta inevitabile che hanno tutti i costruttori di aeroplani, quella curiosità di smontare qualcosa e vedere come funziona all'interno.