

Articolo tradotto dalla rivista KITPLANES, The Independent Voice For Homebuilt Aviation – Maggio 2004

IL CARRELLO FISSO - Con un'appropriata carenatura si puo' tirare fuori il meglio anche da un carrello fisso

Sebbene il carrello retrattile abbia un che di sexy e contribuisca a dare all'aeroplano un aspetto da grandi prestazioni, molti aeroplani leggeri hanno il carrello fisso per una serie di buone ragioni.

Il carrello fisso e' piu' leggero del retrattile, e' molto meno costoso e richiede una manutenzione assai minore (ha anche assai meno possibilita' di rompersi NDT). Per molti aeroplani percio', i vantaggi del carrello fisso surclassano gli svantaggi legati alla maggiore resistenza aerodinamica.

Quanta resistenza aerodinamica in piu'?

La penalizzazione delle prestazioni che si subisce usando un carrello fisso aerodinamicamente ben profilato e' molto piccola. In un aereo leggero, il tipico carrello triciclo, privo di qualsiasi carenatura, e' responsabile per circa un terzo della resistenza di forma totale. Una buona carenatura di zampe e ruote puo' tuttavia ridurre la resistenza del carrello fisso di quasi il 90%. Di conseguenza un carrello retrattile perfetto serve solo a ridurre il 10% della resistenza complessiva del carrello (rispetto a quella di un carrello fisso ben carenato).

Storicamente i progettisti hanno stabilito che il carrello retrattile diventa conveniente solo quando la velocita' di crociera sale a 150 – 200 nodi (277 – 370 km/h). In questo ambito l'aumento di velocita', conseguente alla retrazione del carrello, comincia a diventare conveniente, ma questa norma generale e' lungi dall'essere assoluta.

L'efficacia di profilare opportunamente un carrello fisso in aeroplani che si muovono in quel campo di velocita' e' stata efficacemente dimostrata dal caso del Grumman American Tiger. Con un estensivo programma di affinamento aerodinamico, che incluse un lavoro di prim'ordine sulla carenatura del carrello fisso, la Grumman American e' stata capace di offrire un aereo da 180 hp a carrello fisso capace di surclassare aerei da 200 hp a carrello retrattile.

Il Lancair Columbia 300 e il Cirrus SR-20 e SR-22 sono esempi di aerei relativamente veloci per i quali il progettista ha scelto di adottare un carrello fisso per ridurre costi e complessita'.

Il Glasair IIS viene proposto nelle due versioni a carrello fisso e retrattile. Secondo l'edizione 1991-1992 del "Jane's all the World's Aircraft" la differenza di velocita' massima tra Glasair a carrello fisso e a carrello retrattile e' di appena 9 nodi (16.7 km/h). Per la velocita' di crociera la differenza e' ancora inferiore.

Carenare il carrello fisso

Il carrello fisso e' spesso una buona scelta dal momento che l'aumento di prestazioni che deriva dalla retrazione del carrello e' relativamente piccola, specie se si tiene conto dell'incremento di peso e della complicazione costruttiva.

Per ottenere il meglio dall'installazione del carrello fisso, tuttavia, e' necessario carenarlo opportunamente.

I componenti base di un carrello fisso, gambe e ruote, sono aerodinamicamente parlando, entrambi delle pessime forme. Essi hanno una resistenza abbastanza elevata, specialmente se il carrello ha una gamba a sezione circolare, come nel caso di un ammortizzatore oleo-pneumatico o di una gamba tubolare elastica (magari a profilo rastremato nel senso radice- punto di attacco alla ruota).

I cilindri hanno una resistenza molto elevata malgrado la loro forma. Un cilindro posto a 90° rispetto al flusso dell'aria ha un coefficiente di resistenza, riferito all'area frontale, di 1.1 a bassi numeri di Reynold e di 0.3 ad alti numeri di Reynolds. Cioe' circa 7.5 volte maggiore di quello di un profilo alare turbolento ad alti numeri di Reynolds.

Una semplice carenatura a sezione alare che avvolge un cilindro immerso in un flusso, nel campo di Reynolds in cui opera il carrello fisso di un aereo leggero a velocita' di crociera, puo' ridurre la resistenza fin quasi del 90%. Persino due superfici piane convergenti, montate sulla parte posteriore di un cilindro, sono sufficienti a ridurre la resistenza del 60%.

Anche le ruote hanno una pessima forma aerodinamica, con una significativa separazione del flusso in corrispondenza della parte posteriore della ruota. La loro carenatura puo' ridurre la resistenza fino al 50%. Una buona carenatura della ruota deve essere il piu' possibile aderente alla ruota stessa (per ridurre l'area frontale NDT). In particolare l'apertura dalla quale sporge la parte di ruota che rotola sul terreno, deve essere il piu' possibile piccola per impedire all'aria di ingolfarsi all'interno della carenatura. E' opportuno che la carenatura copra anche il freno.

Anche la gamba del carrello deve essere chiusa entro un profilo alare allineato col flusso locale, e ci deve essere un raccordo alla giunzione tra carenatura della zampa e ruota, simile a quello di un buon raccordo radice alare-fusoliera.

Se cio' viene fatto in modo appropriato, il carrello fisso carenato ha una resistenza che e' meno del 20% di quella dello stesso carrello senza carenatura.

Effetto della carenatura

La figura 1 mostra l'area resistente di un carrello fisso campione espressa in metri quadri. In questo esempio il carrello ha una ruota singola 5.00x5 e una zampa di 0.61

m di lunghezza, di sezione cilindrica, diametro 6.35 cm. Queste dimensioni sono rappresentative di un tipico carrello anteriore (di un triciclo NDT) oleo-pneumatico o del carrello principale di un monomotore biposto o quadriposto.

Ciascuna barra sul grafico rappresenta una differente combinazione di carenatura del carrello. Procedendo da sinistra a destra:

- La prima barra mostra la resistenza del carrello privo di carenatura. L'area resistente di questo carrello è poco meno di 0.05 m². Giusto per dare un'idea, sarebbe circa il 10% della resistenza di forma di un Cessna 150 e almeno il 25% della resistenza di un aereo biposto con ala a sbalzo. Ciò per una sola gamba di carrello. Ci si accorge immediatamente che un triciclo, composto di tre gambe simili, avrebbe una resistenza inaccettabilmente alta per la maggior parte degli scopi.
- La seconda barra mostra l'effetto di mettere una carenatura sulla sola ruota. Si nota che l'effetto è piccolo. Carenare la sola ruota riduce la resistenza del carrello di appena l'8%. Questo è un risultato particolarmente interessante perché il carrello anteriore di molti aeroplani leggeri in produzione usa esattamente questa configurazione. Non è difficile capire perché molti FBO rimuovano questa carenatura la prima volta che devono fare manutenzione alla ruota o alla zampa e poi non si curino di rimontarla.
- La terza barra mostra la resistenza di un carrello con ruota completamente esposta, ma con la gamba carenata con una buona sezione aerodinamica. Questa soluzione è molto buona per ridurre la resistenza. In questa configurazione essa è all'incirca appena il 20% della resistenza del carrello completamente esposto.
- L'ultima barra mostra la resistenza del carrello completamente carenato, zampa e ruota. Questa configurazione ha appena il 12% della resistenza del carrello non carenato.

Sono dunque due i punti cruciali da sottolineare. Primo, un buon sistema di carenatura del carrello riduce drammaticamente la resistenza e, secondo, la zampa del carrello di solito ha una resistenza molto maggiore della ruota. Per ottenere il massimo beneficio dalla carenatura bisogna porre attenzione sia alla gamba del carrello che alla ruota.

Potenza

La Figura 2 mostra la potenza richiesta per spingere attraverso l'aria le nostre quattro possibili configurazioni del carrello a un'altitudine di 1,500 m circa (5,000 ft). Ancora una volta specifichiamo che i risultati si riferiscono alla singola combinazione, gamba carrello-ruota descritta sopra.

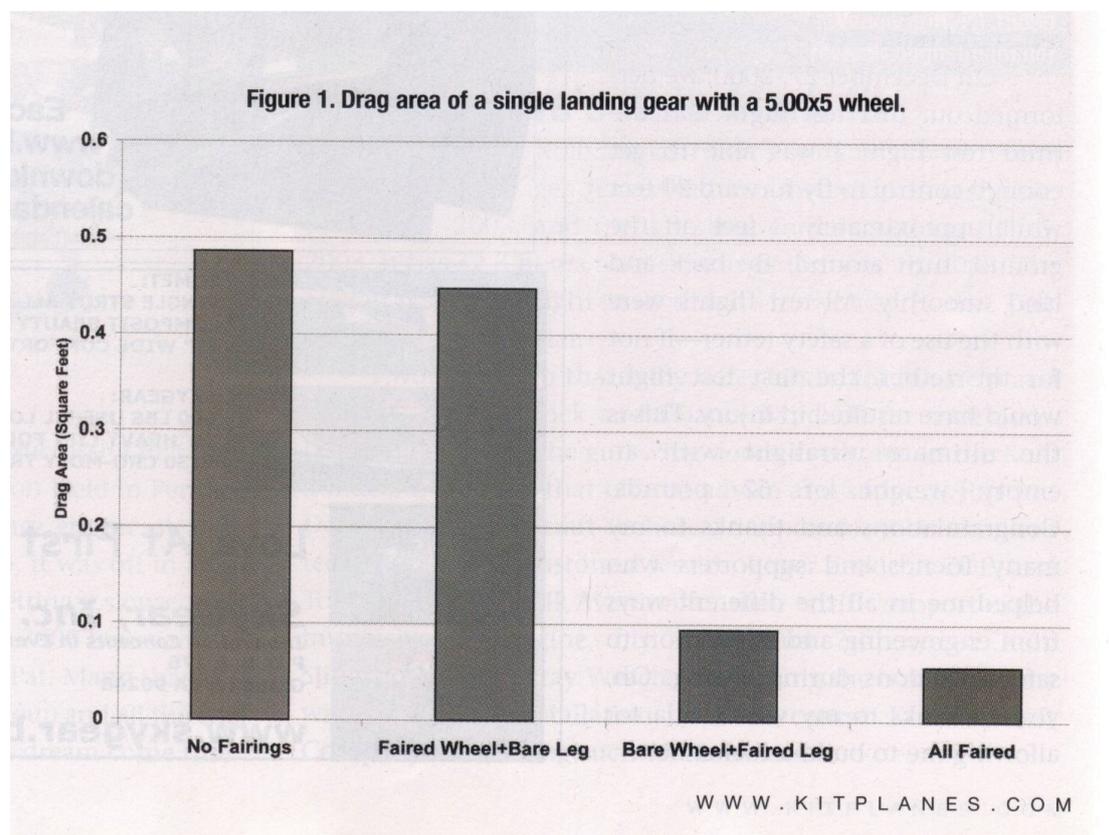
La figura mostra perché la carenatura del carrello diventa sempre più importante al crescere della velocità. Un carrello non carenato assorbe 4.3 hp per viaggiare nell'aria a 100 nodi (185.2 km/h). Quando la velocità sale a 150 nodi (278 km/h) assorbe 14.6 hp e a 200 nodi (370 km/h) 34,7 hp. Per un lento aeroplano da scuola la

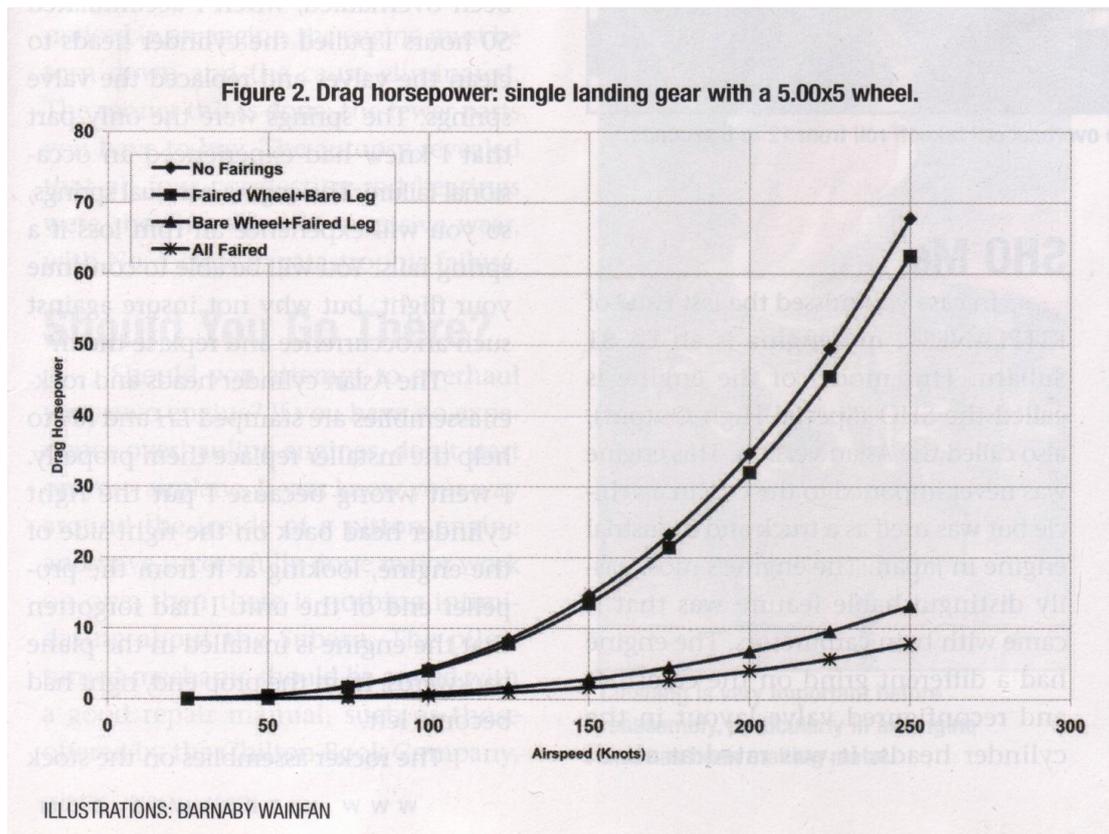
penalizzazione di 4.3 hp (per gamba NDT) dovuta alla resistenza di un carrello puo' essere accettabile. Per un aereo da turismo che fila a 200 nodi (365 km/h) sacrificare 35 hp (per gamba NDT) non lo e'.

L'aereo scuola a 100 nodi brucera' circa 1.26 l/h per spingere nell'aria il carrello dell'esempio; a 200 nodi, soltanto muovere il carrello nell'aria (N.B. sempre solo la gamba e la ruota dell'esempio NDT) richiede un consumo di circa 9.46 l/h.

L'effetto di carenare accuratamente il carrello e' anche chiaro dalla Figura 2. La potenza richiesta per spingere nell'aria a 100 nodi il carrello completamente carenato e' di circa 0.5 hp. A 150 nodi e' circa 1.7 hp e a 200 nodi diventa circa 4 hp. Vale la pena notare che richiede meno potenza spingere nell'aria il carrello carenato a 200 nodi che non spingere a 100 nodi il carrello non carenato.

Questi risultati sono interessanti perche' dimostrano come mai un carrello fisso ben carenato possa rimanere ancora un'opzione attraente fino a velocita' dell'ordine di 200 nodi (370 km/h). Infatti, sebbene la penalizzazione in termini di resistenza divenga abbastanza grande da essere notata, tuttavia resta ancora sufficientemente piccola da far si che il costo aggiuntivo, il peso e la complessita' di un carrello retrattile non valgano il guadagno ottenibile in termini di prestazioni.





Qualche nota a margine della traduzione

Vale la pena notare, a fianco dei molti vantaggi enumerati dall'articolo sopracitato, altri vantaggi secondari ottenibili dalla carenatura delle ruote e cioè:

- a) le ruote non stanno mai al sole e
- b) le ruote non sparano fango e sassi contro l'ala/flap quando si opera su piste in erba o terra

C'e' naturalmente qualche svantaggio:

- a) la manutenzione del complesso ruote-freno diventa piu' complicato. I pigri tendono a non gonfiare le gomme, a non ingrassare i cuscinetti dei mozzi, a trascurare il buono scorrimento delle pinze flottanti dei freni
- b) d'estate la paglia secca che entra all'interno della carenatura puo' prendere fuoco durante la frenatura (si ci sono piloti che frenano col piedino pesante). Non e' una palla, a Bresso un Long Eze si e' quasi incendiato per questo incredibile motivo
- c) d'inverno il fango puo' accumularsi dentro la carenatura delle ruote 1- mantenendo ruote e freni sempre bagnati e 2- aggiungendo peso assolutamente indesiderato da portare a spasso. Il sottoscritto, che staziona il proprio mezzo su un aeroporto con pista in erba, ha scaricato 5, ripeto 5 kg di fango per ruota nel corso di una ispezione. La pista era bagnata solo da qualche giorno!

