

Traduzione dell'articolo "TAIL WHEEL GEOMETRY" di Michael Leigh tratto dalla rivista Sport Aviation di maggio 2017.

## I FATTORI DA TENERE IN CONSIDERAZIONE PROGETTANDO IL RUOTINO DI CODA.

### SOMMARIO

L'autore svolge le informazioni necessarie per chi volesse cimentarsi nella costruzione del ruotino di coda per il proprio velivolo, ricordando che se le posizioni reciproche dei vari punti di "cerniera" del complesso strutturale non sono rispettate ne possono conseguire difficoltà nella manovrabilità al suolo del velivolo.



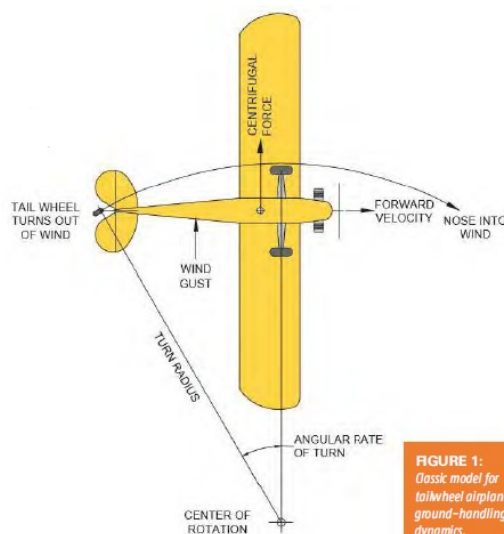
Immaginatevi un aeroplano che tocchi la pista con tutte e tre le ruote sulla terra ferma. Il pilota è atterrato e ha abbassato il ruotino di coda. Ora supponete che incontri un disturbo come può esserlo una raffica trasversale improvvisa, una pista con una pendenza laterale, una grossa zolla o qualcosa che imponga un'accelerazione angolare. Cosa succederà?

La figura 1 fornisce la risposta che possiamo aspettarci da una raffica laterale improvvisa agente sul lato della fusoliera. Come si vede, la forza laterale determina una rotazione del ruotino controvento facendo ruotare la prua del velivolo nel senso del vento. Il centro di

rotazione è l'intersezione della rotazione della ruota in attorno a questo punto, la velivolo determina una della traiettoria. Siamo corretta dall'azione del stati messi in guardia come un fatto di vita. La leggi della scienza. artistico. Bisogna considerare alcuni parametri quando si stabilisce la configurazione del ruotino di coda.



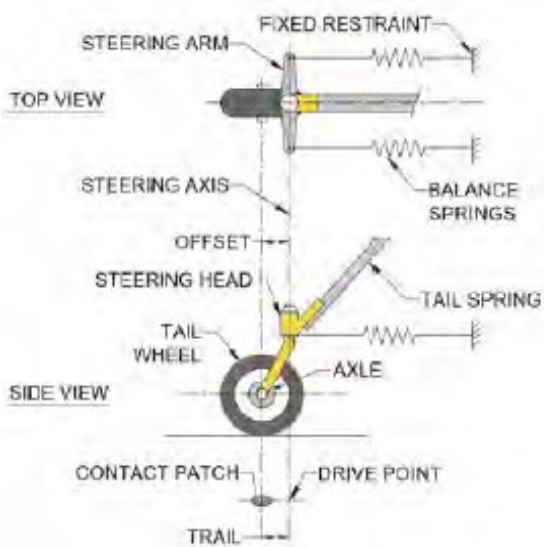
dell'asse del carrello principale e l'asse di coda. Una volta iniziata la rotazione forza centrifuga agente nel baricentro del forza aggiuntiva diretta verso l'esterno sottoposti a una virata violenta se non pilota. Durante l'addestramento, siamo dall'effetto "banderuola" e lo viviamo meccanica del ruotino obbedisce alle Pertanto, non c'è nulla di magico o di



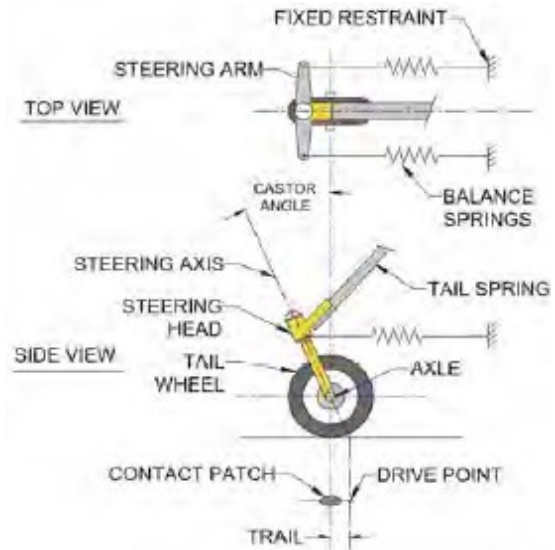
Nella figura 2 si vede la configurazione caratteristica di un ruotino di coda. L'asse dello sterzo è verticale o quasi. L'incontro di quest'asse con il suolo è il punto attorno al quale il ruotino girerà. Esso è chiamato "drive point" o punto di rotazione. L'asse della ruota è in posizione arretrata rispetto all'asse dello sterzo. Il peso gravante sul ruotino determina un'impronta sotto il pneumatico al suo contatto col suolo. Come si vede, l'impronta sta dietro il drive point. Se quest'ultimo si sta muovendo in avanti, l'impronta del contatto lo seguirà.

Analogamente, se il drive point è spinto di lato, la ruota girerà attorno all'asse dello sterzo per riallinearsi con esso facendo girare il velivolo.

**FIGURE 2:**  
Tail wheel geometry using the "captain's tiller" model.

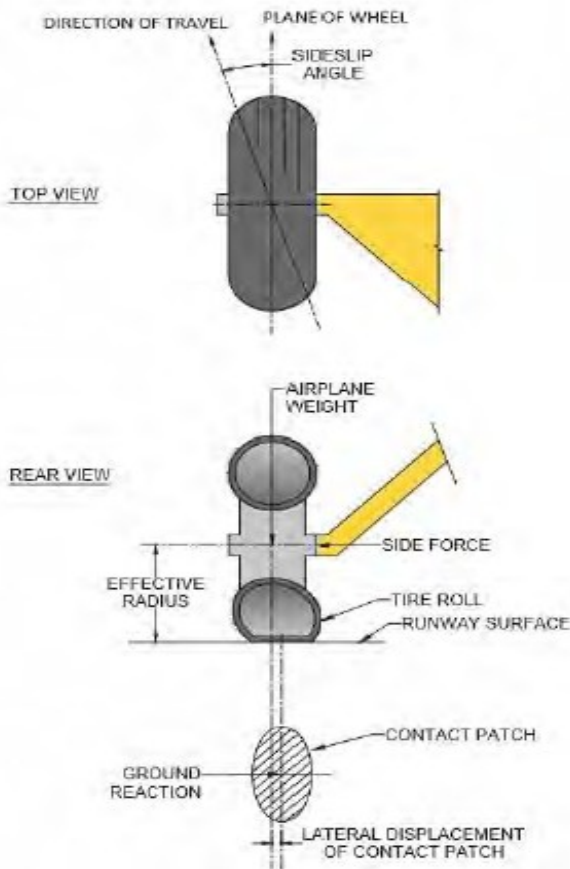


**FIGURE 3:**  
Tail wheel geometry using the "biker's rake" model.



Un ruotino di coda liberamente ruotante non consente una stabilità direzionale. Si possono aggiungere delle molle di bilanciamento al complessivo per contrastare la tendenza del ruotino a ruotare attorno all'asse dello sterzo. Per un attimo, ipotizziamo che le molle siano ben fissate alla

sezione di coda della fusoliera in modo che il ruotino mantenga sempre la direzione verso l'avanti dovuta alle molle. Questo non si verificherà mai durante l'atterraggio poiché le azioni del pilota sui pedali non sono impedito. Comunque, quest'ipotesi limita abbastanza la numerosità delle variabili che influiscono sul sistema dello sterzo, proprio per semplificare la discussione.



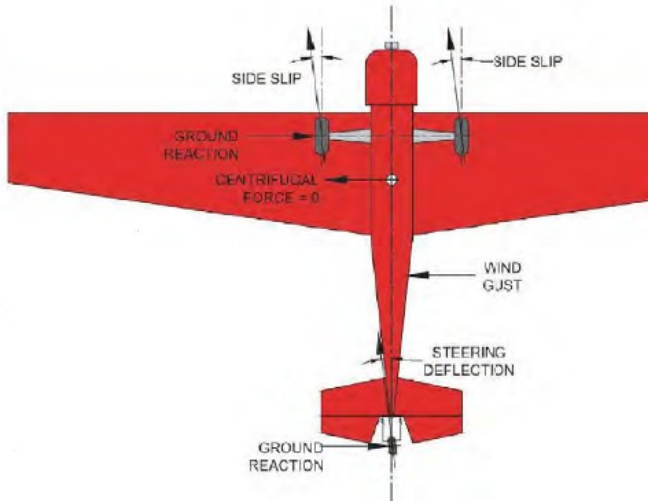
**FIGURE 4:**  
Pneumatic tire rolling sideways.

Il parametro che stabilisce con quanta precisione il ruotino si allinei con il pivot point si chiama "trail" (*distanza misurata al suolo tra l'intersezione dell'asse di cerniera dello sterzo col suolo e l'asse di rotazione della ruota*). Se essa fosse aumentata, incrementando la distanza tra l'asse della ruota e l'asse di cerniera dello sterzo per esempio, il drive point costituirebbe un notevole vantaggio per la rotazione del ruotino.

I pedali mantengono la loro solita sensibilità. Cioè, una sterzata più stretta richiede uno sforzo maggiore sul pedale. Lo sforzo determinato dai disturbi laterali non si dovrebbe percepire sui pedali.

Infine, il ruotino dev'essere autocentrante. Senza azione da parte del pilota, il ruotino dovrebbe allinearsi con l'asse longitudinale del velivolo.

Dando uno sguardo per un attimo al carrello principale, il pneumatico, al contrario di molte ipotesi, si muove in due direzioni. Ovviamente, il pneumatico ruota attorno al proprio asse. Inoltre, quando c'è un carico laterale tende a inclinarsi anche lateralmente. La figura 4 rappresenta la ruota principale caricata dal peso del velivolo e da una forza laterale. Questa modalità continua fa sì che il pneumatico si sposti di lato mentre ruota. Invece di muoversi esattamente in avanti, il pneumatico si deforma strisciando lateralmente.



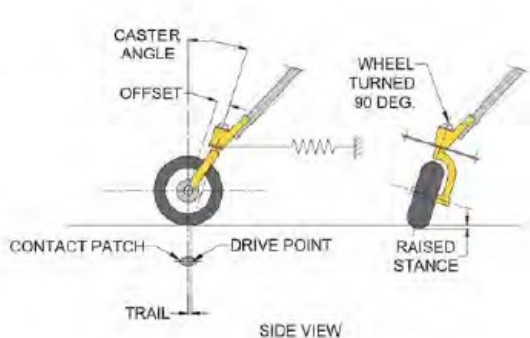
**FIGURE 5:**  
*Airplane response with improved tail gear design.*

Nella figura 5, un velivolo in atterraggio è sottoposto ad una raffica istantanea. In base sulla posizione del centro di pressione della raffica, una parte della forza è reagita dal carrello principale e una parte dal ruotino di coda. La quota parte del carico laterale sopportato dal carrello principale determina una derapata con un certo angolo. Se il progetto è stato attento, la parte della forza laterale gravante sul ruotino di coda lo fa flettere di un angolo uguale. Il velivolo scivola lateralmente, ma non vira. Senza una virata, la forza

centrifuga è nulla e il velivolo non sovrasterza.

Basandoci sulle nostre conoscenze, proponiamo nella figura 6 una geometria che promette di soddisfare tutti i requisiti per una buona maneggevolezza al suolo. Ci possono essere altre configurazioni geometriche che sono adatte proprio per scopi speciali. Come potete vedere, la misura del trail è stata ridotta in modo da rendere il ruotino immune dai disturbi laterali. La piccola variazione dell'angolo di sterzata, insieme con lo strisciamento del pneumatico principale, fa sì che

il velivolo continui a rimanere dritto senza originare forze inerziali. La relativa insensibilità ai disturbi riduce la sensibilità al pedale.



**FIGURE 6:**  
*Reconfigured tail wheel geometry for side load immunity.*

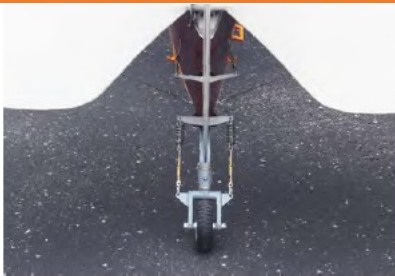
Il lato destro della figura 6 presenta la ruota girata di 90° attorno all'asse di cerniera. A causa dell'offset e dell'inclinazione dell'asse di cerniera di questa configurazione, la posizione della coda deve sollevarsi quando il ruotino è girato verso ognuno dei lati. Questo ha l'effetto di richiedere uno sforzo maggiore sul pedale per una virata stretta. Alleggerendo lo sforzo sul pedale, il ruotino si sposterà nel "solco", allineandosi con l'asse longitudinale dell'aeroplano.

In conclusione, la ragione principale per un comportamento non regolare dei velivoli con ruotino di coda è attribuito a un eccessivo sovrasterzo nella risposta al suolo. È importante limitare l'entità del trail nel meccanismo dello sterzo. Un trail eccessivo rende lo sterzo troppo sensibile ai

disturbi esterni, che a sua volta fa aggravare le forze inerziali. La compensazione delle perturbazioni esterne con un'attenta geometria riduce il lavoro del pilota.



**FIGURE 7:**  
*Tail wheel assembly fabricated by author in incorporating the suggested design features.*



**Above:** *Steering springs adjusted for accurate longitudinal tracking.*



**Right:** *Negative caster as shown here provides side load immunity.*

**Below:** *Author shows how tail wheel can be turned 90 degrees against steering spring tension.*



Il ruotino di coda mostrato nella figura 7 incorpora la geometria suggerita e determina una risposta alla sterzata al suolo prevedibile. L'inclinazione verso il dietro dell'asse dello sterzo fa sì che il pivot point cada vicino all'impronta del pneumatico sul suolo, perciò riducendo la misura del trail. L'insensibilità alla forza laterale può essere dimostrata spingendo il fianco della fusoliera. Il ruotino presenta una limitata

tendenza a resistere alla simulazione della raffica, cercando di restare nella sua posizione iniziale. Ciò non interferisce per nulla con la capacità del pilota di fare sterzare il ruotino, elimina solamente il disturbo della forza dovuta ai carichi laterali.