

PROGETTO ALETTONE

Le incognite principali del progetto dell'alettone sono :

- 1) b_a allungamento
- 2) $\frac{c_a}{c}$ rapporto corda profilo alettone – corda profilo ala
- 3) $\delta_{f \max}$ deflessione massima

Le condizioni per determinare le suddette incognite sono invece :

- 1) $\frac{pb}{2V}$ indice di efficacia dell'alettone
- 2) posizione degli ipersostentatori

La condizione 2) vincola l'incognita 1) ,infatti l'interesse è sfruttare tutta la parte di ala restante . Questa vale $b_{restante} = 2.07m$. il procedimento consiste nel verificare se questo valore di apertura dell'alettone è sufficiente per un assegnato rapporto di corde e una assegnata deflessione massima entrambi nel rispetto delle norme .

Si sceglie inizialmente $\frac{c_a}{c} = 0.3$, $\delta_{\max} = 15^\circ$

Per la condizione 1) si prende $\frac{pb}{2V} = 0.07$ da cui per $b = 14.7m = 49ft$ $p = 1.18 \frac{rad}{s}$
 $V_c = 246 Kts = 415 \frac{ft}{s}$

L'equazione di equilibrio attorno all'asse di rollio si scrive:

$$M_I + M_{alett} = M_{smorz} \quad \rightarrow \quad I_x \dot{p} + \frac{\partial L}{\partial p} p = \frac{\partial L}{\partial \xi} \xi$$

Momento di inerzia : $I_x = 0.016 \frac{W}{g} (b^2 + h^2) = 233 lbs \cdot s^2 ft$ $\dot{p} = 1 \frac{rad}{s^2}$ $\xi_{\max} = 15^\circ$

Rateo di rollio: $L_{\xi=15^\circ} = \frac{1}{2} \rho V^2 c_a \frac{\partial C_L}{\partial \xi} \xi_{\max} 2d \cdot y_{alett} = 31500 y_{alett}$ con $V = 415 \frac{ft}{s}$ e $\frac{\partial C_L}{\partial \xi} = 0.04$

$$d = \frac{b}{2} - \frac{b_{rest}}{2} = 21ft \quad c_a = 6.1ft \quad \rho = 0.00238 \frac{lbs}{ft^3}$$

Momento di rollio:
$$\frac{\partial L}{\partial p} = -\rho V c \frac{\partial C_L}{\partial \alpha} \int_0^{\frac{b}{2}} y^2 dy = 152694 \text{ lbs} \cdot \text{ft} \cdot \frac{\text{rad}}{s}$$

Si ha : $\frac{\partial L}{\partial \xi} \xi = 233 + 158694 \cdot 1.18 = 180411 \text{ lbs} \cdot \text{ft}$, dall'uguaglianza $\frac{\partial L}{\partial \xi} \xi = L_{\xi=15^\circ} y_{nec}$ si

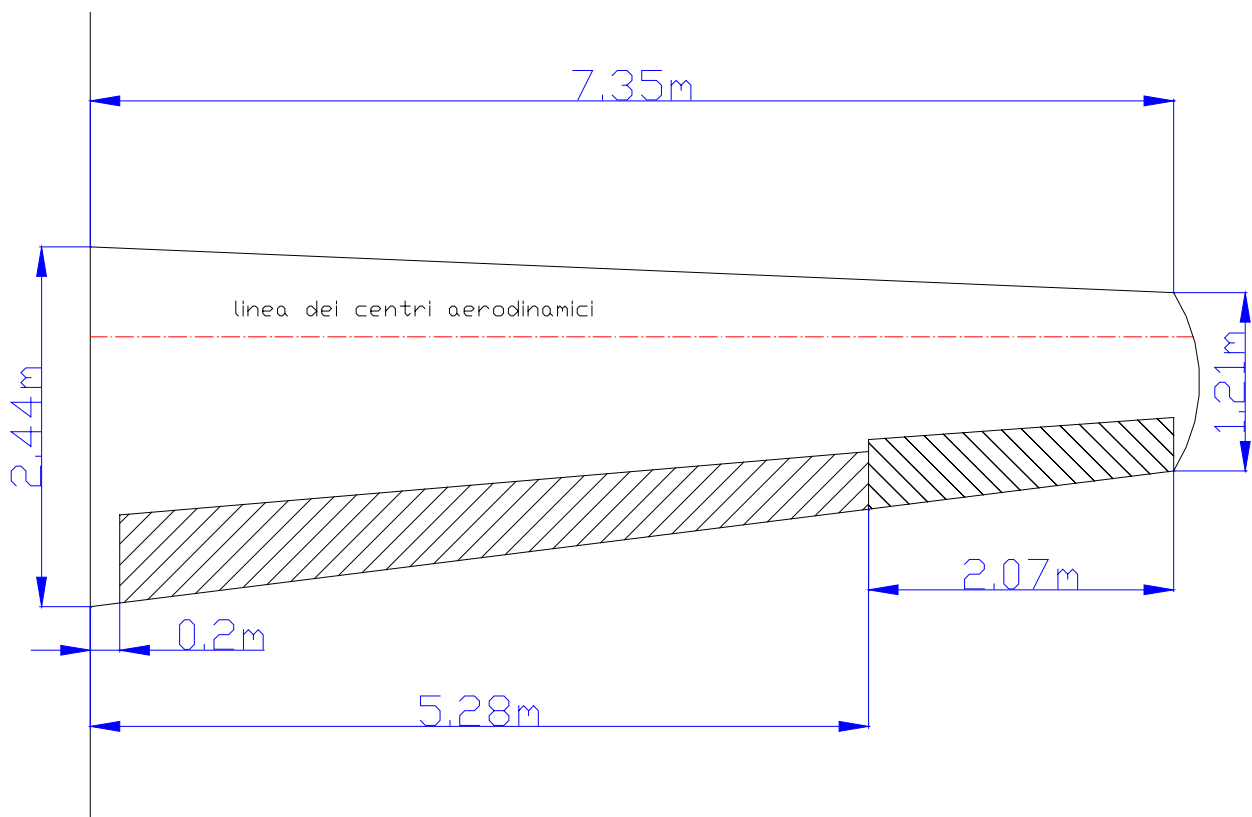
ricava $y_{nec} = \frac{180411}{31500} = 5.72 \text{ ft} = 1.74 \text{ m}$ la quale è minore di quella disponibile pari a 2.07m ,

quindi si può dire che l'alettone sia sottodimensionato. Possiamo imporre quindi un indice di efficacia maggiore mantenendo costante la deflessione ed il rapporto corde :

Imponendo $\frac{pb}{2V} = 0.08 \rightarrow p = 1.35 \frac{\text{rad}}{s}$, otteniamo rifacendo di nuovo il calcolo precedente il valore nuove dell'apertura alettone circa $y = 6.80 \text{ ft} = 2.04 \text{ m}$

Riportiamo il disegno dell'alettone con i dati calcolati

$b_a = 2.04 \text{ m} = 6.8 \text{ ft}$	$\frac{c_a}{c_w} = 0.30$	$\delta_{up} = 15^\circ$	$\delta_{down} = -15^\circ$	$S_a = 5.5 \text{ ft}^2$	$c_a = 0.81 \text{ ft}$
---	--------------------------	--------------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------



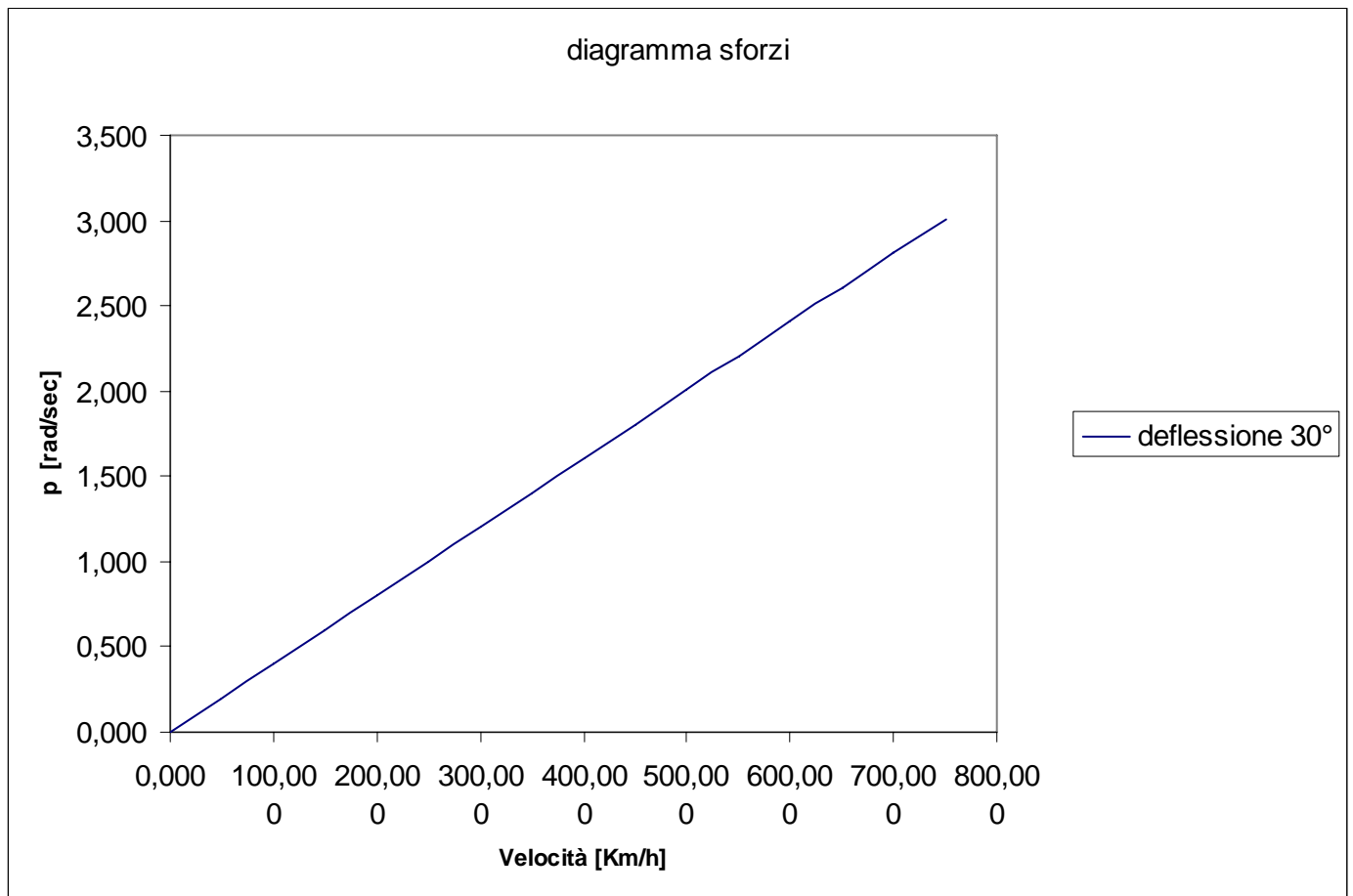
Dobbiamo ora progettare la catena di comando in quanto il pilota deve poter raggiungere la velocità di rollio imposta dalla norma affinché egli possa applicare lo sforzo massimo necessario anch'esso imposto dalla normativa.

$$p = 1.35 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \text{velocità di rollio imposta}$$

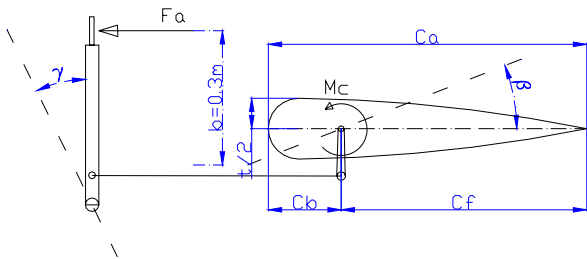
$$F_a = 30 \text{ lbs} \quad \text{sforzo massimo di barra}$$

Dal bilancio di forze sull'alettone si ha : $p = V \frac{\delta_a}{2} \tau \frac{A}{B}$ Con $\delta_a = 30^\circ$, $\tau = 0.6$ valore ricavato

dal Perkins diagrammato in funzione di $\frac{c_a}{c_w}$, $A = \int_{\frac{b}{2}-b_a}^{\frac{b}{2}} cy dy = 764$, $B = \int_0^{\frac{b}{2}} cy^2 dy = 29900$



Questo diagramma sarebbe valido se non ci fosse il momento di cerniera dell'alettone che va a contrastare l'azione del pilota . Dal momento di cerniera si ricava il coefficiente di momento mediante il bilancio tra il comando del pilota e l'alettone :



$$F_a b \gamma = M_c \beta \rightarrow \frac{F_a b_{cloche} \gamma}{\beta} = M_a G = M_c$$

$t/2$ spessore alettone

$G = 1.5$ rapporto di trasmissione

$$b_{cloche} = 0.3m = 1ft$$

$$F_a = 30 lbs$$

$$M_c = 0.5 \rho V^2 S_a c_a \delta_a C_{h\delta}$$

c_b posizione dell'asse di cerniera

c_a corda alettone

L'espressione della velocità di rollio in funzione della velocità si modifica tenendo conto del coefficiente di momento di cerniera e vale : (formula ricavata dal Perkins) con $K=0.85$

$$p = -\frac{pb}{\delta_a} \cdot \frac{F_a}{q S_a c_a G K C_{h\delta}} \cdot \frac{2V}{b} = -\frac{0.08 \cdot 4 \cdot F_a}{\delta_a \rho S_a c_a G K b C_{h\delta}} = -\frac{9.6}{0.294 \cdot C_{h\delta}} \cdot \frac{1}{V} \rightarrow \boxed{p = -\frac{32.65}{C_{h\delta}} \cdot \frac{1}{V}}$$

Il coefficiente di momento di cerniera si può stimare mediante la formula :

$$b_2 = -0.89 k_2 \left(\frac{c_a}{c} \right) \cdot k_2 (BR) \cdot k_2 \left(\frac{1}{\Lambda} \right)$$

i coefficienti di questa formula sono diagrammati sul Mc Corning e valgono :

$k_2 \left(\frac{c_a}{c} = 0.3 \right) = 1$ $k_2 \left(\frac{1}{\Lambda} = 0 \right) = 1$, mentre $k_2 (BR)$ dipende dalla posizione dell'asse di cerniera . Se supponiamo di porre l'asse di cerniera al 20% della corda dell'alettone cioè $\frac{c_b}{c_f} = 0.25$

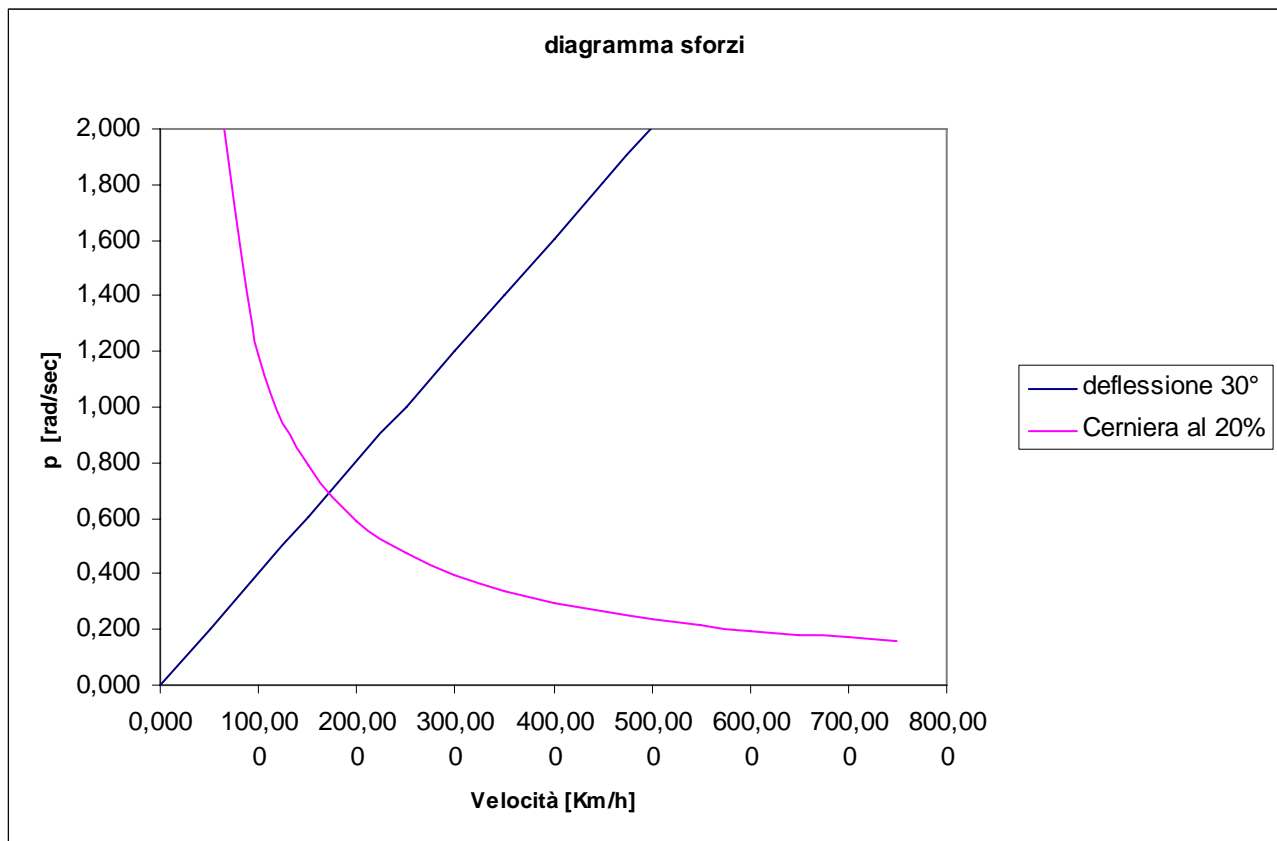
e che la metà dello spessore percentuale sia $\frac{t}{2c_f} = 0.10$ abbiamo $BR = \sqrt{\left(\frac{c_b}{c_f} \right)^2 - \left(\frac{t}{2c_f} \right)^2} = 0.23$

da cui $k_2 (BR) = 0.18$, e quindi $b_2 = -0.516$.

Quest'ultimo valore deve essere scalato per $\frac{b_a}{b}$, per cui otteniamo infine

$$C_{h\delta} = -b_2 \frac{b_a}{b} = -0.143$$

La legge della velocità di rollio diventa : $\boxed{p = -\frac{32.65}{-0.143} \cdot \frac{1}{V} = \frac{228.3}{V}}$



Si può vedere che arrivando a fondo corsa non si riesce a raggiungere la velocità di rollio $p = 1.35 \frac{rad}{s}$ imposta dalla progettazione, per cui si rende necessario arretrare l'asse di cerniera.

Per $\frac{c_b}{c_a} = 0.30$ cioè asse di cerniera al 30% di c_a si ha $C_{h\delta} = -0.040$

Ed un valore $p = \frac{379}{V}$, in questo modo si ha un bilanciamento migliore dell'alettone in un intervallo di velocità più ampio comprendente anche la velocità di crociera.

Inoltre per una deflessione $\delta_a = 30^\circ$ con un rapporto di trasmissione $G = 1.5$ la massima deflessione della cloche è di 45° , che è un valore accettabile da non richiedere meccanismi servoassistiti.

Diagramma sforzi

