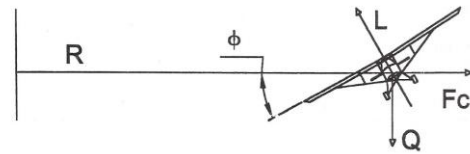
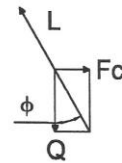


1. Esercizio Guida

Un motoalante, avente le caratteristiche:

- peso complessivo: $Q = 4.500 \text{ N}$
- apertura alare: $b = 15,12 \text{ m}$
- allungamento alare: $\lambda = 18,1$

si muove in volo livellato alla quota di 3.700 con una velocità di 210 km/h e Se, il pilota, da tale posizione, esegue virata con fattore di contingenza $n=1,5$ calcolare l'assetto, l'angolo di sbandamento e il raggio di virata.



a) **Calcolo della superficie alare:** $S = \frac{b^2}{\lambda} = \frac{15,12^2}{18,1} = 12,63 \text{ m}^2$

b) **Calcolo del coefficiente di portanza in V.O.R.U. alla quota $z=3700 \text{ m}$**

$$\rho_z = \rho_o (1 - 0,0000226 \cdot z)^{4,256} \cong 0,845 \text{ kg/m}^3$$

essendo $L = Q \Rightarrow C_p = \frac{Q}{\frac{1}{2} \rho_z V^2 S} = \frac{4.500}{\frac{1}{2} \cdot 0,845 \cdot \left(\frac{210}{3,6}\right)^2 \cdot 12,63} = 0,248$

c) **Calcolo dell'angolo di bank (angolo di inclinazione laterale delle ali):**

Essendo in virata $n = \frac{1}{\cos \phi} \Rightarrow \cos \phi = \frac{1}{n} \Rightarrow \phi = \arccos\left(\frac{1}{n}\right) = \arccos\left(\frac{1}{1,5}\right) = 48,2^\circ$

d) **Calcolo del raggio di virata**

Essendo in virata $n = \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{g \cdot R}\right)^2} \Rightarrow R = \frac{v^2}{g \cdot \sqrt{n^2 - 1}}$ dove v è la velocità di virata

Per non perdere quota, se il velivolo vola ad assetto costante ($C_p = \cos t$), occorre durante

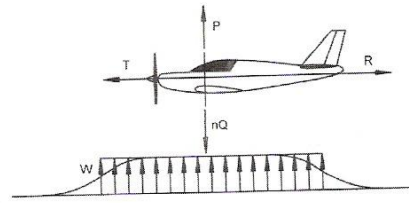
la manovra aumentare la velocità fino al valore: $v = v_{\text{VORU}} \sqrt{n} = \left(\frac{210}{3,6}\right) \cdot \sqrt{1,5} = 71,4 \text{ m/s}$

si ottiene quindi: $R = \frac{v^2}{g \cdot \sqrt{n^2 - 1}} = \frac{71,4^2}{9,81 \cdot \sqrt{1,5^2 - 1}} \cong 465 \text{ m}$

2. Esercizio Guida

Facendo riferimento alla normativa FAR 23, calcolare l'espressione del fattore di carico da raffica per un velivolo di categoria semiacrobatica avente le seguenti caratteristiche:

- Carico alare: $Q/S = 122,73 \text{ kg/m}^2$
- Superficie alare: $S = 23.385 \text{ m}^2$
- Apertura alare: $b = 13,59 \text{ m}$
- Coeff. Oswald $e=0,95$
- grad portanza profilo $C_{\pi\alpha} = 6,28 \text{ 1/rad}$



a) **Calcolo dell'allungamento alare:** $\lambda = \frac{b^2}{S} = \frac{13,59^2}{23,385} = 7,897$

b) **Calcolo della corda media alare:** $c = \frac{S}{b} = \frac{23,385}{13,59} = 1,72 \text{ m}$

c) **Calcolo del gradiente (coeff. angolare) della retta di portanza del velivolo:**

$$C_{p\alpha} = \frac{C_{p\infty}}{1 + \frac{C_{p\infty}}{\pi \cdot \lambda \cdot e}} = \frac{6,28}{1 + \frac{6,28}{\pi \cdot 7,897 \cdot 0,95}} = 4,957 \frac{1}{\text{rad}}$$

d) **Calcolo del rapporto di massa del velivolo**

$$\mu_g = \frac{2W/S}{\rho_o c \cdot C_{p\alpha} g} = \frac{2 \cdot 122,73 \cdot 9,81}{1,225 \cdot 1,72 \cdot 4,957 \cdot 9,81} = 23,50 \quad \Leftarrow \text{il carico alare deve essere in N/m}^2$$

e) **Calcolo del fattore di attenuazione della raffica f**

$$f = \frac{0,88 \cdot \mu_g}{5,3 + \mu_g} = \frac{0,88 \cdot 23,50}{5,3 + 23,50} = 0,718$$

f) **Calcolo dell'espressione fattore di carico da raffica**

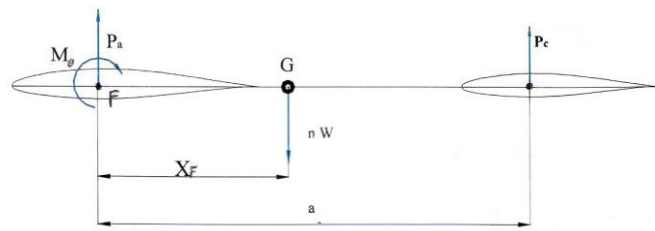
$$n = 1 \pm \frac{f \cdot \rho_o C_{p\alpha} w}{2W/S} \cdot V = 1 \pm \frac{0,718 \cdot 1,225 \cdot 4,96 \cdot w}{2 \cdot 122,73 \cdot 9,81 \cdot 3,6} \cdot V = 1 \pm 0,000503 w \cdot V$$

dove w è espressa in m/s mentre V è in km/h. I valori di n si ottengono ponendo $w = \pm 15,2 \text{ m/s}$ se $V = V_c$ e $w = \pm 7,6 \text{ m/s}$ se $V = V_D$.

3. Esercizio Guida

Calcolare la ripartizione della portanza, tra ala e piano di coda orizzontale, nei punti A, C e D del diagramma di manovra del seguente velivolo di categoria semiacrobatica:

- Peso max al decollo $W = 28.500 \text{ N}$
- Superficie alare: $S = 10 \text{ m}^2$
- Allungamento alare: $\lambda = 6,97$
- corda media alare $c = 1,20 \text{ m}$
- coeff. portanza max $C_{pmax} = 1,50$
- coef. momento focale $C_{mo} = -0,07875$
- posizione baricentro $x_F = 0,082 \text{ c}$
- distanza interfocale $a = 5 \text{ m}$



a) Calcolo del fattore di carico e delle velocità nei punti A,C,D del diagramma di manovra :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{nel punto S sar\`a } n = 1 \quad e \quad V_s = \sqrt{\frac{2 \cdot W / S}{\rho_0 \cdot C_{pmax}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 28500 / 10}{1,225 \cdot 1,50}} = 55,69 \text{ m/s} = 200,50 \text{ km/h} \\ \text{nel punto A sar\`a } n_A = n_{lim} = 4,4 \quad e \quad V_A = V_s \cdot \sqrt{n_{lim}} = 200,50 \cdot \sqrt{4,4} = 420,57 \text{ km/h} = 116,82 \text{ m/s} \\ \text{nel punto C sar\`a } n_c = n_{lim} = 4,4 \quad e \quad V_c = 27,67 \cdot \sqrt{\frac{W \text{ (kg)}}{S \text{ (m}^2)}} = 27,67 \cdot \sqrt{290,82} = 471,86 \text{ km/h} \\ \text{nel punto D sar\`a } n_D = n_{lim} = 4,4 \quad e \quad V_D = 1,5 \cdot V_c = 1,5 \cdot 471,86 = 707,80 \text{ km/h} = 196,61 \text{ m/s} \end{array} \right.$$

b) Calcolo del momento focale nei punti A,C,D del diagramma di manovra:

$$M_0 = \frac{1}{2} \rho_0 S c C_{mo} V_i^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,225 \cdot 10 \cdot 1,2 \cdot (-0,07875) \cdot V_i^2 = -0,5788 \cdot V_i^2$$

Ponendo $V=V_A = 116,82 \text{ m/s}$ si ottiene $\Rightarrow M_{0A} = -7.898,8 \text{ Nm}$

Ponendo $V=V_C = 131,07 \text{ m/s}$ si ottiene $\Rightarrow M_{0C} = -9.943,7 \text{ Nm}$

Ponendo $V=V_D = 196,61 \text{ m/s}$ si ottiene $\Rightarrow M_{0D} = -22.374,05 \text{ Nm}$

c) Calcolo della portanza generata dall'ala del velivolo:

$$P_a = \frac{nQ(a - x_F) - M_0}{a} = \frac{139695,6 \cdot n - M_0}{5} = \left\{ \begin{array}{l} \text{nel punto A \`e } n = 4,4 \text{ e } M_0 = -7.898,8 \text{ Nm} \Rightarrow P_{aA} = 124.511,8 \text{ N} \\ \text{nel punto C \`e } n = 4,4 \text{ e } M_0 = -9.943,7 \text{ Nm} \Rightarrow P_{aC} = 124.920,6 \text{ N} \\ \text{nel punto D \`e } n = 4,4 \text{ e } M_0 = -22.374,05 \text{ Nm} \Rightarrow P_{aD} = 127.406,1 \text{ N} \end{array} \right.$$

d) Calcolo della portanza generata dal piano orizzontale di coda velivolo,

$$P_c = \frac{M_0 + nQ \cdot x_F}{a} = \frac{M_0 + 2804,4 \cdot n}{5} = \left\{ \begin{array}{l} \text{nel punto A \`e } n = 4,4 \text{ e } M_0 = -7.898,8 \text{ Nm} \Rightarrow P_{cA} = 888,2 \text{ N} \\ \text{nel punto C \`e } n = 4,4 \text{ e } M_0 = -9.943,7 \text{ Nm} \Rightarrow P_{cC} = 479,4 \text{ N} \\ \text{nel punto D \`e } n = 4,4 \text{ e } M_0 = -22.374,05 \text{ Nm} \Rightarrow P_{cD} = -2.006,1 \text{ N} \end{array} \right.$$

e) Calcolo della ripartizione di portanza

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{nel punto A essendo } P_{aA} = 124.511,8 \text{ N e } P_{cA} = 888,2 \text{ N} \Rightarrow \frac{P_{cA}}{P_{aA}} = 0,713 \% \\ \text{nel punto C essendo } P_{aC} = 124.920,6 \text{ N e } P_{cC} = 479,4 \text{ N} \Rightarrow \frac{P_{cC}}{P_{aC}} = 0,383 \% \\ \text{nel punto D essendo } P_{aD} = 127.406,1 \text{ N e } P_{cD} = -2.006,1 \text{ N} \Rightarrow \frac{P_{cD}}{P_{aD}} = -1,574 \% \end{array} \right.$$

Si noti come, nei punti A,C,D risulta sempre: $P = P_a + P_c = 125.400 \text{ N} = nQ$