Nome: Alessandro Melo de Oliveira
NºUSP: 10788662

Exercício 4 - SMA0336

Determinar os fatores de carga de um avião voando em círculo horizontal, com ângulo de rolamento de 60°. Desprezar os efeitos da carga na empenagem.

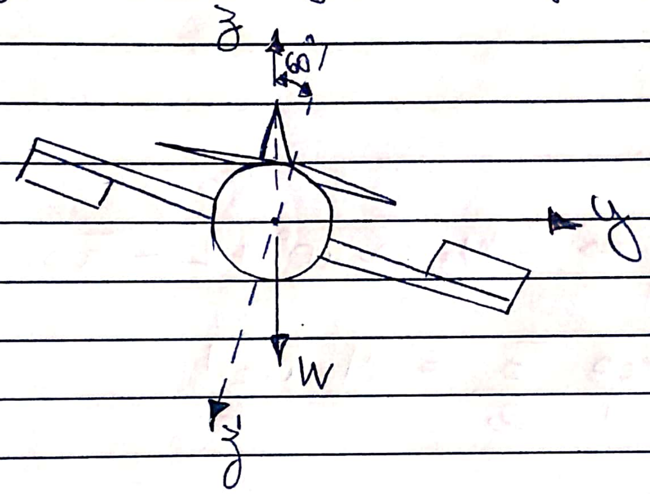

Figura 1

Há 3 forças atuando na aeronave em rolagem:
- Peso (W)
- Sustentação (L)
- Força Centrípeta (Fcp)

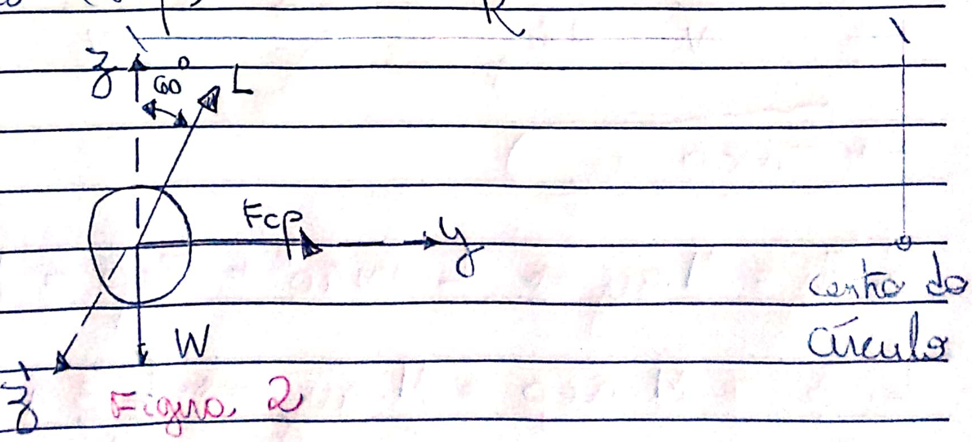

Figura 2

Podemos encontrar n_z, $n_{z'}$ e n_y somando as forças em cada eixo e usando a definição de fator de carga

$$n = \frac{\sum F_{externos}}{W}$$

D S T Q Q S S
D L M M J V S

→ Eixo z (voo nivelado)

$\Rightarrow \sum F_z = 0 \Rightarrow L \cdot sen\,30° = W \Rightarrow \frac{L}{W} = \frac{1}{sen\,30°}$

Da definição de $\eta \Rightarrow \eta_z = \frac{L\,sen\,30°}{W} = \frac{sen\,30°}{sen\,30°} \Rightarrow \boxed{\eta_z = 1}$

→ Eixo z'

$\Rightarrow \sum F_{z'} = M \cdot a_{z'} \Rightarrow -W \cdot cos\,60° + L + F_{cp} \cdot cos\,30° = M \cdot a_{z'}$

$-\frac{W}{2} + L + M \cdot a_{cp}\frac{\sqrt{3}}{2} = M \cdot a_{z'}$

Como $a_{cp} = V^2/R$:

$-\frac{\cancel{W}}{2} + L + \frac{\cancel{W} \cdot V^2}{Rg} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\cancel{W}}{g} a_{z'}$

$-\frac{1}{2} + \frac{L}{W} + \frac{\sqrt{3}V^2}{2Rg} = \frac{a_{z'}}{g} \Rightarrow \frac{L}{W} = \frac{a_{z'}}{g} + \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}V^2}{2Rg} \quad (I)$

→ Eixo y

$\sum F_y = M \cdot a_y \Rightarrow L \cdot sen\,60° + F_{cp} = M \cdot a_y \quad (II)$

$\frac{L \cdot \sqrt{3}}{2} + M \cdot a_{cp} = M \cdot a_y \Rightarrow \frac{L\sqrt{3}}{2} + \frac{\cancel{W}}{g} \cdot \frac{V^2}{R} = \frac{\cancel{W}}{g} \cdot a_y$

$\frac{\sqrt{3}L}{2W} + \frac{V^2}{Rg} = \frac{a_y}{g} \Rightarrow \frac{L}{W} = \frac{2}{\sqrt{3}}\left(\frac{a_y}{g} - \frac{V^2}{R}\right)$

Isolando a_y temos:

$$a_y = \left(\frac{\cancel{2W}\sqrt{3}}{\cancel{2W}} + \frac{V^2}{\cancel{g}R}\right)\cdot \cancel{g} \Rightarrow a_y = g\sqrt{3} + \frac{V^2}{R} \quad (\mathrm{III})$$

Da figura 2, temos que a relação entre a_y e a_z' é:

$$a_z' = a_y \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow a_z' = \left(g\sqrt{3} + \frac{V^2}{R}\right)\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (\mathrm{IV})$$

Unindo (IV) em (I):

$$n_z = \frac{L}{W} = \frac{\left(\frac{3\cancel{g}}{2} + \cancel{\frac{\sqrt{3}V^2}{2R}}\right)}{\cancel{g}} + \frac{1}{2} - \cancel{\frac{3V^2}{2Rg}} \Rightarrow n_z = \frac{3}{2} + \frac{1}{2}$$

$$\boxed{n_z' = 2}$$

Como $a_y = \dfrac{a_z'}{\cos 30^\circ} \Rightarrow a_y = \left(g\sqrt{3} + \dfrac{V^2}{R}\right)$

Voltando para (II):

$$n_y = \frac{L \operatorname{sen} 60^\circ + F_{cp}}{W} = \frac{M \cdot a_y}{W}$$

$$n_y = \frac{a_y}{g} \Rightarrow \boxed{n_y = \sqrt{3} + \frac{V^2}{Rg}}$$

$\therefore \; n_z = 1 \qquad n_z' = 2 \qquad n_y = \sqrt{3} + V^2/Rg$

Caso tivéssemos assumido $a_{cp} = \sqrt{3}$ teríamos um valor de n_y igual ao resultado no material fornecido, com $n_y = \sqrt{3}$.