

Mecánica del Vuelo

Vuelo en Maniobra: Factor de Carga y Velocidad de Pérdida en Viraje

Este Apunte es un complemento relacionado con el contenido del programa de la materia. El documento tiene por objeto registrar, ampliar o presentar algunos de los temas tratados durante el curso.

2024

Profesor:	Ing. Daniel S. Monserrat
J.T.P:	Ing. Gerardo Godoy
Ay. 1ra.:	Ing. Nicolás Sposato

1 CONTENIDO

1	Contenido	2
2	Introducción	3
3	Viraje Estacionario y Aumento de Velocidad	4
4	Código Utilizado.....	7
5	Referencias	10

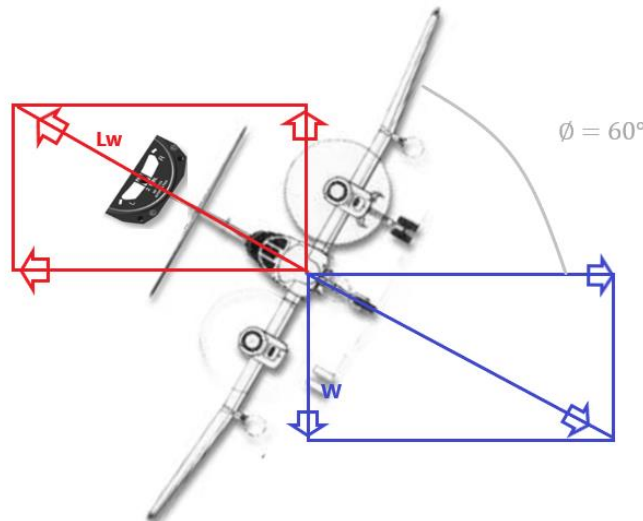
2 INTRODUCCIÓN

Es conocido que los pilotos utilizan tablas para conocer, acorde a la inclinación en que se realiza un viraje estacionario, cuanto se debe aumentar la velocidad de pérdida como consecuencia del ángulo de inclinación de dicho viraje. Aquí se presenta el análisis correspondiente más programas que generan las mencionadas tablas y muestran cómo realizar dichos cálculos.

Este documento es complementario al capítulo de Vuelo en Maniobra que se estudia en la cátedra de Mecánica del Vuelo.

3 VIRAJE ESTACIONARIO Y AUMENTO DE VELOCIDAD

Como hemos visto durante la presentación de la maniobra de Viraje estacionario, teníamos la aeronave en la siguiente situación:



Para que el viraje sea coordinado la componente vertical de sustentación debe igualar al peso, con lo cual:

$$\frac{1}{2} * \rho * V_{sn}^2 * Clw * Sw * \cos \phi = W$$

Por otro lado, para la situación de vuelo recto (equilibrio previo al viraje) teníamos que:

$$\frac{1}{2} * \rho * V_s^2 * Clw * Sw = W$$

Queremos saber cuál es el aumento en Vs que hay que realizar al hacer un viraje, entonces igualamos las ecuaciones representativas de W:

$$\frac{1}{2} * \rho * V_s^2 * Clw * Sw = \frac{1}{2} * \rho * V_{sn}^2 * Clw * Sw * \cos \phi$$

Por lo cual

$$V_s^2 = V_{sn}^2 * \cos \phi$$

Despejando

$$V_{sn}^2 = V_s^2 * \frac{1}{\cos \phi}$$

Y recordando que en viraje

$$n = \frac{1}{\cos \phi}$$

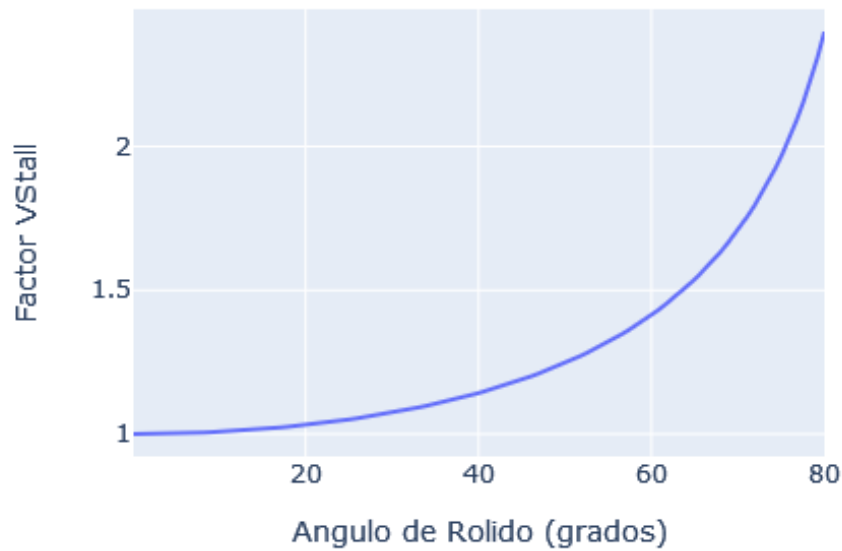
tendremos

$$V_{sn} = V_s * \sqrt{n}$$

Obteniéndose así el aumento de velocidad necesario para mantener el viraje coordinado.



Variación VStall



En la siguiente tabla se puede observar el Ángulo de Viraje, el Factor de carga y el Factor a aplicar a la velocidad para mantener el viraje coordinado:

Datos tabulares

$$[\text{Ángulo} - n - \text{factor}] = \begin{bmatrix} 10.0 & 20.0 & 30.0 & 40.0 & 50.0 & 60.0 & 70.0 & 80.0 \\ 1.02 & 1.06 & 1.15 & 1.31 & 1.56 & 2.0 & 2.92 & 5.76 \\ 1.01 & 1.03 & 1.07 & 1.14 & 1.25 & 1.41 & 1.71 & 2.4 \end{bmatrix}$$

4 CÓDIGO UTILIZADO

Se ha utilizado Python bajo Jupyter para implementar los gráficos y cálculos presentados en este documento. A continuación, presentamos tanto el código como los resultados.

4.1 FACTOR DE CARGA

```
#  
#  
# Mecánica del Vuelo  
# MDV 2022 - UTN FRH  
# Factor de carga por viraje estacionario  
#  
#  
import numpy as np  
import plotly.graph_objects as go  
  
# utilizamos normalmente asumir que cos=1 sin=angulo y tg=angulo  
angle = np.linspace(.1, 80, 100)  
rangle = np.radians(angle)  
n = 1/np.cos(rangle)  
  
# graficamos  
fig = go.Figure()  
  
fig.add_trace(go.Scatter(x=angle, y=n,  
                        mode='lines', name='factor de carga'))  
  
fig.update_layout(  
    title='Factor de Carga (n)', title_x=0.5,  
    xaxis_title="Angulo de Rolido (grados)",  
    yaxis_title="n",  
    width=500,  
    height=400  
)
```



4.2 FACTOR VELOCIDAD

```
#  
#  
# Mecánica del Vuelo  
# MDV 2022 - UTN FRH  
# Aumento de La Velocidad de Perdida por Viraje Estacionario  
#  
import numpy as np  
import plotly.graph_objects as go  
  
# utilizamos normalmente asumir que cos=1 sin=angulo y tg=angulo  
angle = np.linspace(.1, 80, 100)  
rangle = np.radians(angle)  
n = 1/np.cos(rangle)  
vsfactor = np.sqrt(n)  
  
fig = go.Figure()  
  
fig.add_trace(go.Scatter(x=angle, y=vsfactor,  
mode='lines', name='Cambio en la Vstall'))  
  
fig.update_layout(  
title='Variación VStall', title_x=0.5,  
xaxis_title="Ángulo de Rolado (grados)",  
yaxis_title="Factor VStall",  
width=500,  
height=400  
)
```

Variación VStall



```
import numpy as np
import sympy as sp
from IPython.display import display, Math, Latex, Markdown

angle = [10,20,30,40,50,60,70,80]
rangle = np.radians(angle)
n = 1/np.cos(rangle)
vsfactor = np.sqrt(n)

Alon = np.matrix([angle, n, vsfactor])

print("Datos tabulares")
display(Math('[Angulo-n-factor] = ' + sp.latex(sp.Matrix(Alon).evalf(3))))
```

Datos tabulares

$$[Angulo - n - factor] = \begin{bmatrix} 10.0 & 20.0 & 30.0 & 40.0 & 50.0 & 60.0 & 70.0 & 80.0 \\ 1.02 & 1.06 & 1.15 & 1.31 & 1.56 & 2.0 & 2.92 & 5.76 \\ 1.01 & 1.03 & 1.07 & 1.14 & 1.25 & 1.41 & 1.71 & 2.4 \end{bmatrix}$$

5 REFERENCIAS

1. Perkins, C.D. & Hage, R.E., "Aircraft performance, stability and control", John Wiley 1949.
2. Codeproless, Python Programming for Beginners, ISBN-979-8876939234, 2024