



Helicópteros (162)

3º AV, Aeronaves



Año académico 2005-06

Preparado por: *Miguel A. Barcala Montejano*
Ángel A. Rodríguez Sevillano

TRABAJO

CÁLCULO ACTUACIONES HELICÓPTERO



SUMARIO

- Datos de partida.
- Potencia Ideal & Velocidad Ascendente (W_i, h_j).
- Potencia & Velocidad Ascendente (W_i, h_j).
- Potencia & Velocidad Descendente (W_i, h_j).
- Potencia & Velocidad Avance (W_i, h_j).
- Curvas de Potencia (W_i, h_j).

TRABAJO

3

DATOS DE PARTIDA

- Helicóptero. ..\162,3AV.trabajos_05-06.xls
- Datos necesarios:
 - Diámetro del rotor:
 - Longitud total:
 - Peso vacío:
 - Peso máximo:
 - Planta motriz:
 - Potencia máxima:
 - Velocidad de crucero:
 - Cuerda:
 - Número de palas:
 - Velocidad angular:
 - Estrechamiento:
 - Perfil utilizado: $a, \delta_0, \delta_1, \delta_2$

TRABAJO

4



Potencia Ideal & Velocidad Ascendente

- Potencia ideal adimensionalizada con la Potencia ideal a vuelo a punto fijo en función de la velocidad de vuelo vertical ascendente adimensionalizada con la velocidad inducida a vuelo a punto fijo.
- Velocidad inducida en función de la velocidad de vuelo vertical ascendente adimensionalizadas ambas con la velocidad inducida a vuelo a punto fijo.

$$\frac{P_i}{P_{io}} = \frac{V_v + v_i}{v_{io}} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{\left(\frac{V_v}{v_{io}}\right)^2 + 4} + \frac{V_v}{v_{io}} \right]$$

$$\frac{v_i}{v_{io}} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{\left(\frac{V_v}{v_{io}}\right)^2 + 4} - \frac{V_v}{v_{io}} \right]$$

TRABAJO

5

Potencia Ideal & Velocidad Ascendente

- Potencia ideal en función de la velocidad vuelo vertical ascendente para un peso fijo y distintas alturas.
- Potencia ideal en función de la velocidad vuelo vertical ascendente para una altura fija (S.L.) y distintos pesos.

TRABAJO

6



Potencia & Velocidad Ascendente (W_i , h_j).

- Comprobar que se dispone de las características del helicóptero para la aplicación de la teoría del elemento de pala.

- Rotor de torsión equivalente.

$$\theta = \theta_t \frac{1}{x} \quad \text{y} \quad \sigma_e = 3 \int_0^1 \alpha x^2 dx$$

- Grafico de la potencia en función de la velocidad vuelo vertical ascendente para un peso fijo y distintas alturas.

- Grafico de la potencia en función de la velocidad vuelo vertical ascendente para una altura fija (S.L.) y distintos pesos.

TRABAJO

7

Potencia & Velocidad Ascendente (W_i , h_j).

- Expresiones:

$$C_T = B^2 \frac{a\sigma_e}{4} \alpha_t$$

$$C_{Qi} = \phi_i C_T$$

$$C_{Qo} = \frac{\sigma_e}{8} \left(\delta_0 + \frac{4}{3} \delta_1 \alpha_t + 2\delta_2 \alpha_t^2 \right)$$

$$\phi_i = \frac{1}{2} \left[\sqrt{\frac{2C_T}{B^2} + \left(\frac{V_v}{\Omega R} \right)^2} + \frac{V_v}{\Omega R} \right]$$

$$P = \rho(\Omega R)^3 (\pi R^2) (1+F)(C_{Qi} + C_{Qo})$$

TRABAJO

8

Potencia & Velocidad Descendente (W_i, h_j)

- Desarrollar el cálculo solamente para valores comprendidos entre:

$$-1,7 < \frac{V_v}{v_{io}} < 0 \quad \text{y} \quad 0 < \frac{P_i}{P_{io}} < 1,1$$

- Potencia inducida adimensionalizada con la Potencia ideal a vuelo a punto fijo en función de la velocidad de vuelo vertical ascendente adimensionalizada con la velocidad inducida a vuelo a punto fijo.

$$\bar{V}_v (\bar{V}_v + 1,18) = 0,812 + 0,072 \bar{U}_p - 1,75 \bar{U}_p^2 \quad 0 < \bar{U}_p < 0,8$$

$$\bar{V}_v = 3,726 - 0,693 \bar{U}_p - \frac{3,26}{\bar{U}_p} \quad 0,8 < \bar{U}_p < 1,1$$

TRABAJO

9

Potencia & Velocidad Descendente (W_i, h_j)

- Potencia en función de la velocidad vuelo vertical ascendente para un peso fijo y distintas alturas.
- Potencia en función de la velocidad vuelo vertical ascendente para una altura fija (S.L.) y distintos pesos.

$$C_{Qo} = \frac{\sigma_e}{8} \left(\delta_0 + \frac{4}{3} \delta_1 \alpha_t + 2 \delta_2 \alpha_t^2 \right)$$

$$P = (1 + F) \left[P_i + \rho (\Omega R)^3 (\pi R^2) C_{Qo} \right]$$

TRABAJO

10

Potencia & Velocidad Descendente (W_i , h_j)

- Potencia en función de la altura al suelo con efecto suelo y comparar con la potencia sin efecto suelo para un peso y a nivel del mar.

$$P_{IGE} = \Lambda P_{OGE} + (1 - \Lambda) \rho (\Omega R)^3 (\pi R^2) \frac{\sigma_e}{8} \delta_o$$

- Factor de Mérito (vuelo a punto fijo).

$$M = \frac{1}{1 + \frac{P_i}{P_o}}$$

TRABAJO

11

Potencia & Velocidad Avance

- Desarrollar el cálculo de la potencia necesaria del rotor en vuelo de avance, variando:
 - Peso que soporta el rotor,
 - altura de vuelo y,
 - ángulo de asiento del rotor.
- Representar gráficamente los resultados anteriores en gráficos $P=(P_i + P_o)$ & V_{avance} con cada una de las variables citadas anteriormente manteniendo las otras dos constantes.

TRABAJO

12

Potencia & Velocidad Avance

- Para un peso determinado, un ángulo de asiento elegido y a nivel del mar, calcular y representar como varía el paso colectivo y el batimiento con la velocidad de avance.
 - Aplicar el NACA-TR-716 adjunto en la documentación.
 - Entorno de variación de datos
 - $1,1 W_{operativo} < W < 0,9 W_{MTO}$
 - $0 < V < 1,2 V_{Max}$ (Información del helicóptero elegido)
 - $0 < \alpha < 20$ ($\Delta\alpha \approx 3^\circ$). Potencia & Velocidad Descendente (W_i, h_i)

TRABAJO

13

Curvas de Potencia

- Desarrollar el cálculo de la potencia necesaria del helicóptero en vuelo uniforme, estacionario y a nivel, variando:
 - Peso del helicóptero y altura de vuelo para un ángulo de asiento del rotor de 5° .
- Representar gráficamente los resultados anteriores en gráficos $P_n = (P_i + P_o) + P_F$ & $V_{horizontal}$ para distintos pesos y alturas.
- Representar en el mismo gráfico anterior la potencia disponible suministrada al rotor con un factor $\eta = 0,80$ (Incluye rendimiento del sistema de transmisión y potencia consumida por otros sistemas).
- Calcular Autonomía y Alcance máximo, indicando la velocidad de vuelo y potencia necesaria correspondiente.

TRABAJO

14



Curvas de Potencia

- Cálculo del techo con y sin efecto suelo [(IGE) y (IGE)] del helicóptero en vuelo a punto fijo para los distintos pesos que se han estudiado en este trabajo.
- Modelizar las curvas de potencia de la turbina.

TRABAJO

15

Bibliografía

- M.A. Barcala Montejano y Ángel A. Rodríguez Sevillano. *Helicópteros. Teoría y Descriptiva*. Sección de Publicaciones E.U.I.T. Aeronáutica. Fundación General U.P.M.
- Alastair K. Cooke, Eric W.H. Fitzpatrick. *Helicopter Test and Evaluation*. Blackwell Science.
- A.R.S. Bramwell, George Done, David Balmford. *Bramwell's Helicopter Dynamics*. Butterwoth Heinemann, 2 edition 2001.
- J. Gordon Leishman. *Principles of Helicopter Aerodynamics*. Cambridge University Press, 2000.
- J. Seddon, Simon Newman. *Basic Helicopter Aerodynamics*. Blackwell Science, second edition 2002.
- John Watkinson. *The Art of the Helicopter*. Elsevier Butterwoth Heinemann, 2004.

TRABAJO

16

