

Fenomenología del vuelo con alas rotatorias

Aeronaves de Ala Rotatoria

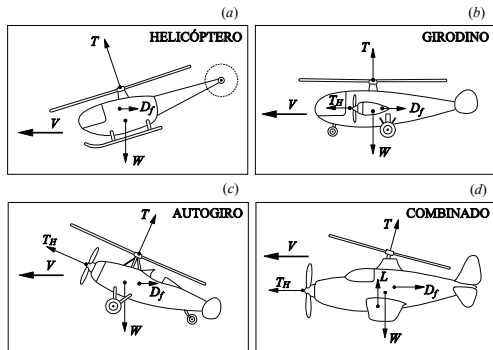
Álvaro Cuerva Tejero
Cristóbal José Gallego Castillo
Oscar López García

Universidad Politécnica de Madrid
Curso 2020-2021

- Retos históricos
- Definición y tipos de AAR
- Aspectos claves de las diferentes tecnologías
- Características principales de los helicópteros
- Ventajas e inconvenientes de los helicópteros
- Complejidad del vuelo del helicóptero
- Diferentes condiciones de vuelo
- Envolvente de vuelo
- Referencia básica: Capítulo 1 de [CTEGLG⁺08]
- Referencia adicional: [Lei00]

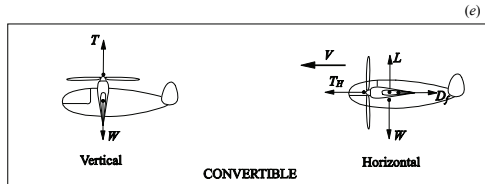
- Los cinco retos históricos en el desarrollo de las alas giratorias.
 - 1 Modelos matemáticos adecuados
 - 2 Planta motriz
 - 3 Relación peso/potencia
 - 4 El problema del par de reacción
 - 5 Estabilidad y controlabilidad

Definición y tipos de AAR I



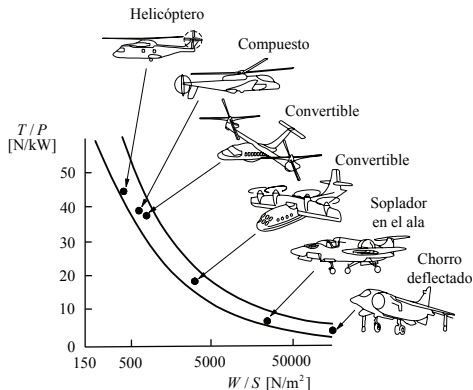
Tipos básicos de aeronaves de alas giratorias. V : velocidad de avance, T : tracción del rotor, W : peso de la aeronave, D_f : resistencia aerodinámica del fuselaje, T_H : tracción producida por la hélice, L : sustentación producida por las alas.

Definición y tipos de AAR II



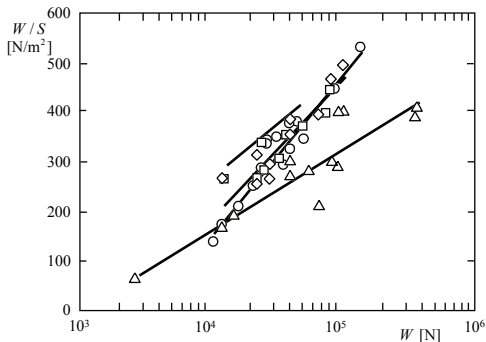
Tipos básicos de aeronaves de alas giratorias. V : velocidad de avance, T : tracción del rotor, W : peso de la aeronave, D_f : resistencia aerodinámica del fuselaje, T_H : tracción producida por la hélice, L : sustentación producida por las alas.

Aspectos claves de las diferentes tecnologías I

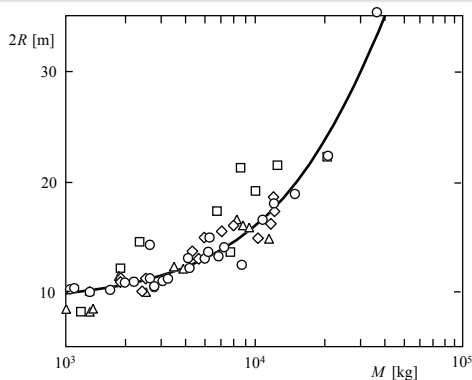


Variación del cociente entre la tracción y la potencia de la aeronave, T/P , con la carga discal, W/S , definida como el peso del vehículo por unidad de superficie del disco del rotor, de distintos tipos de aeronaves VTOL.

Características principales de los helicópteros I

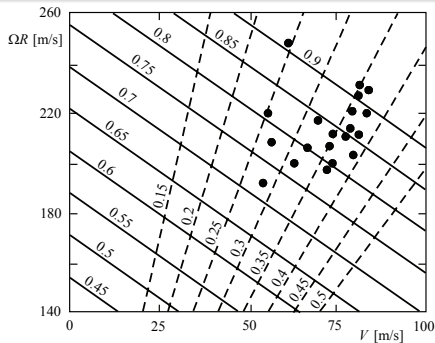


Características principales de los helicópteros II



Diámetro del rotor principal, $2R$, en función de la masa máxima, M , de distintos helicópteros. Los símbolos indican el periodo de entrada en servicio de acuerdo con la clave siguiente: antes de 1970 (cuadrados), entre 1970 y 1980 (rombos), entre 1980 y 1990 (triángulos), después de 1990 (círculos).

Características principales de los helicópteros III

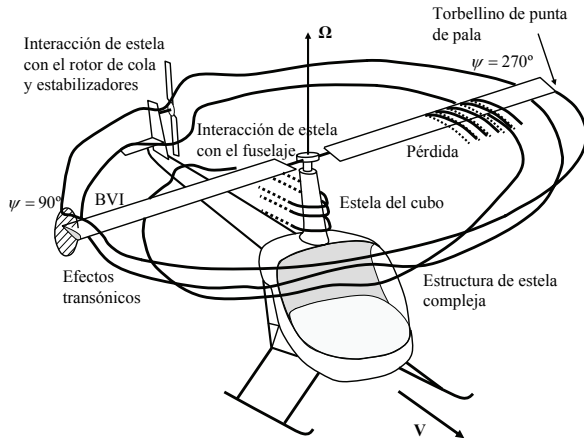


Velocidad en punta de pala en vuelo a punto fijo, ΩR , en función de la velocidad máxima del helicóptero, V . Los círculos representan valores de aeronaves reales y las distintas líneas indican los lugares donde es constante el valor del número de Mach en punta de pala, M (líneas continuas), o el parámetro de avance, $\mu = V/(\Omega R)$ (líneas de trazos).

Ventajas e inconvenientes de los helicópteros I

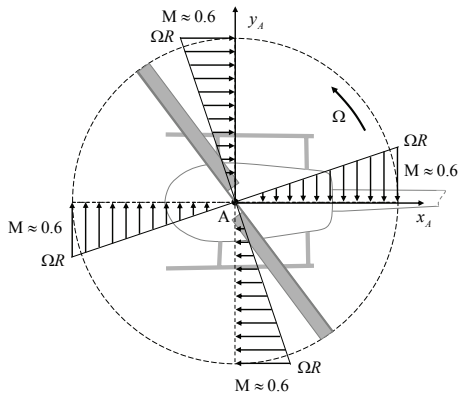
- Ventajas
 - Vuelo a punto fijo
- Desventajas
 - Velocidad de crucero ciertamente limitada

Complejidad del vuelo del helicóptero I



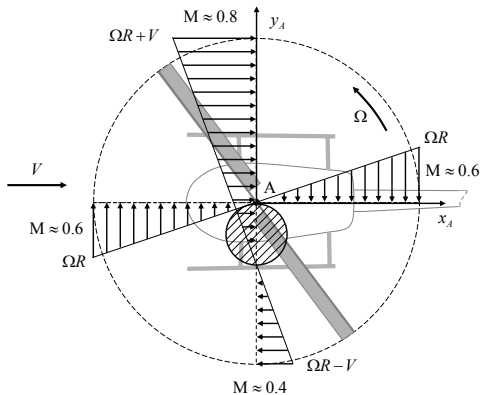
Esquema de los fenómenos aerodinámicos que tienen lugar durante el vuelo de avance del helicóptero.

Diferentes condiciones de vuelo I



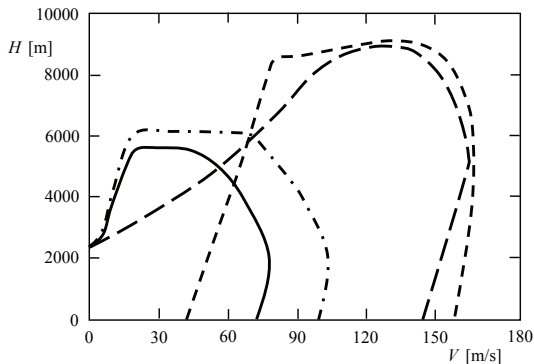
Esquema de la velocidad tangencial del aire (perpendicular a la línea $c/4$ de la pala) en una situación típica de vuelo a punto fijo.

Diferentes condiciones de vuelo II



Esquema de la velocidad tangencial del aire (perpendicular a la línea $c/4$ de la pala) en una situación típica de vuelo de avance con velocidad V . El círculo rayado indica el círculo de inversión

Envolvente de vuelo I



Envolventes de vuelo típicas de un helicóptero convencional (línea continua), de un turbopropulsor convencional (línea de trazos cortos), de un convertible (línea de trazos largos) y de un compuesto (línea de trazos y puntos)

- [CTEGLG⁺08] Alvaro Cuerva Tejero, José Luis Espino Granado, Oscar López García, José Meseguer Ruiz, and Angel Sanz Andrés, *Teoría de los helicópteros*, Serie de Ingeniería y Tecnología Aeroespacial, Universidad Politécnica de Madrid, 2008.
- [Lei00] J. Gordon Leishman, *Principles of helicopter aerodynamics*, Cambridge Aerospace Series, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 2000.