

Guía docente

220031 - DHAD - Diseño de Helicópteros y Aeronaves Diversas

Última modificación: 17/07/2026

Unidad responsable: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa

Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física.

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA EN VEHÍCULOS AEROESPACIALES (Plan 2010). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2026

Créditos ECTS: 4.5

Idiomas: Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: Daniel Yago Llamas

Otros: Daniel Yago Llamas

CAPACIDADES PREVIAS

La asignatura de Helicópteros y Aeronaves Diversas es pluridisciplinar y, para poder cursar de forma satisfactoria, requiere el dominio de los conceptos impartidos en asignaturas anteriores.

Aparte de las asignaturas fundamentales de los primeros cursos, especialmente Matemáticas (Álgebra y Cálculo) y Física, es recomendable haber cursado y aprobado las asignaturas de carácter más específico, como Mecánica, Mecánica de Fluidos, Vehículos Aeroespaciales, Teoría de Estructuras, Aerodinámica, Estructuras Aeroespaciales y Mecánica de Vuelo.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CE25. Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: los métodos de cálculo de diseño y proyecto aeronáutico; el uso de la experimentación aerodinámica y de los parámetros más significativos en la aplicación teórica; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación, diseño, análisis e interpretación de experimentación y operaciones en vuelo; los sistemas de mantenimiento y certificación de aeronaves. (Módulo de tecnología específica: Aeronaves)

CE26. Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), teoría de estructuras. (Módulo de tecnología específica: Aeronaves)

METODOLOGÍAS DOCENTES

Las metodologías docentes básicamente se dividen en:

1. Sesiones presenciales de contenidos teóricos, impartidos con ayuda de presentaciones y/u otros documentos que previamente son colgados en Atenea.
2. Sesiones presenciales de ejercicios prácticos, como aplicación directa de los contenidos teóricos. El profesor propone ejercicios y da indicaciones a los alumnos para que, de forma autónoma, procedan a su resolución. Poco antes de terminar la clase, el profesor plantea la solución con los resultados finales, para que los alumnos puedan comparar con sus valores numéricos.
3. Trabajos prácticos, en los que se plantea un proyecto, que los alumnos deben desarrollar fuera del horario lectivo.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El principal objetivo de esta asignatura es aproximar al alumno a los diferentes aspectos relacionados con el diseño de aeronaves de alas rotatorias:

1. Conocer y saber identificar los diferentes elementos y sistemas que componen una aeronave de alas giratorias (principalmente, el helicóptero).
2. Comprender los principios físicos en que se fundamenta la teoría del vuelo de aeronaves de alas rotatorias, en especial, la Teoría de Cantidad de Movimiento y la Teoría de Elemento de Pala.
3. Dominar las teorías mencionadas, con el fin de aplicarlas convenientemente al Cálculo de Actuaciones y al estudio de la Estabilidad y el Control de aeronaves de alas giratorias.
4. Adquirir el conocimiento que permita llevar a cabo el diseño preliminar de un helicóptero y saber justificar las razones técnicas de un determinado diseño.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	31,0	27.56
Horas grupo pequeño	7,0	6.22
Horas grupo mediano	7,0	6.22
Horas aprendizaje autónomo	67,5	60.00

Dedicación total: 112.5 h

CONTENIDOS

Módulo 1: Conceptos generales y descripción de los helicópteros

Descripción:

Tema 1. Introducción a los helicópteros y las aeronaves diversas.

Tema 2. Definición y descripción de los componentes de un helicóptero: Rotor, Palas, Transmisión, Mandos de control, Sistemas de propulsión, Sistemas antitorque, Sistema hidráulico, Sistema de combustible, Sistema Eléctrico, Instrumentos, y Sistemas y equipos auxiliares.

Dedicación: 4h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h

- Módulo 2: Fundamentos teóricos de los helicópteros en vuelo axial

Descripción:

Tema 2. Fundamentos teóricos en vuelo Axial

2.1. Teoría de la cantidad de movimiento (MT).

2.2. Teoría del elemento de pala (BET).

2.3. Combinación de las dos teorías (BEMT).

2.4. Rotores de velocidad inducida constante (Ideal Rotor).

Dedicación: 23h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 14h

- Módulo 3: Fundamentos teóricos en vuelo en avance

Descripción:

Tema 3. Fundamentos teóricos en vuelo en avance

- 3.1. Introducción al vuelo en avance.
- 3.2. Teoría de la cantidad de movimiento (MT).
- 3.3. Teoría del elemento de pala (BET).

Dedicación: 22h 30m

Grupo grande/Teoría: 5h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 14h

- Módulo 4: Dinámica de palas y vibraciones

Descripción:

Tema 4. Dinámica de las palas

- 4.1. Equilibrio estático en rotor articulado (flap and lag).
- 4.2. Respuesta dinámica del rotor articulado (flap and lag).
- 4.3. Efectos de acoplamiento dinámico del rotor articulado (flap-lag and pitch-flap).
- 4.4. Otros tipos de rotores: semirrígido, flexible y balanceado.

Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 6h

- Módulo 5: Estabilidad y control de los helicópteros

Descripción:

Tema 5. Estabilidad y control.

- 5.1. Planteamiento general del equilibrio del helicóptero.
- 5.2. Equilibrio de momentos. Rotor anti-par.
- 5.3. Equilibrio de fuerzas en 2D.
- 5.4. Equilibrio de fuerzas y momentos en 3D.

Tema 6. Estabilidad estática y dinámica.

Dedicación: 17h 30m

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 10h 30m

- Módulo 6: Actuaciones de los helicópteros

Descripción:

Tema 7. Actuaciones de helicópteros

- 7.1. Efecto suelo.
 - 7.2. Vuelo en punto fijo. Techo.
 - 7.3. Vuelo axial. Velocidad de ascenso.
 - 7.4. Vuelo en avance. Dependencia de la altitud y el peso.
 - 7.5. Vuelo en avance. Techo.
 - 7.6. Vuelo en avance. Velocidad de máxima autonomía y máximo alcance.
- Tema 8. Manual de vuelo

Dedicación: 20h

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 12h

- Módulo 7: Principales maniobras de helicópteros

Descripción:

Tema 9. Principales maniobras de helicópteros.

- 9.1. Maniobras estacionarias.
- 9.2. Maniobras de despegue y aterrizaje.
- 9.3. Vuelo en autorrotación vertical. Velocidad de descenso.
- 9.4. Vuelo en autorrotación en avance. Velocidades características.
- 9.5. Vuelo en autorrotación en avance. Altura de seguridad.
- 9.6. Autogiro.

Dedicación: 15h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 9h

ACTIVIDADES

- ACTIVIDAD 1: SESIONES GRUPOS GRANDES / TEORÍA

Descripción:

Sesiones de grupo grande en las que se introducirán los contenidos de los diversos módulos de la asignatura.

Objetivos específicos:

Alcanzar los conocimientos teóricos más importantes del diseño de aeronaves de alas rotatorias.

Material:

Bibliografía recomendada de la asignatura, apuntes y colecciones de ejemplos prácticos resueltos, disponibles en Atenea.

Entregable:

La nota de la evaluación continuada contará un 10% de la nota final de la parte de helicópteros (incluyendo asistencia y realización de ejercicios).

Dedicación: 60h

Grupo grande/Teoría: 26h

Aprendizaje autónomo: 34h

- ACTIVIDAD 2: SESIONES GRUPOS MEDIANOS / PROBLEMAS

Descripción:

Realización de ejercicios en sesiones de grupo medio que sirven para asentar los contenidos de las clases teóricas.

Objetivos específicos:

Permitir a los alumnos valorar su familiaridad con los conceptos presentados en las clases teóricas y servir como preparación para los exámenes.

Material:

Notas de clase y bibliografía recomendada de la asignatura.

Entregable:

La nota de la evaluación continuada contará un 10% de la nota final de la parte de helicópteros (incluyendo asistencia y realización de ejercicios).

Competencias relacionadas:

CE26-GREVA. Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), teoría de estructuras. (Módulo de tecnología específica: Aeronaves)

CE25-GREVA. Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: los métodos de cálculo de diseño y proyecto aeronáutico; el uso de la experimentación aerodinámica y de los parámetros más significativos en la aplicación teórica; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación, diseño, análisis e interpretación de experimentación y operaciones en vuelo; los sistemas de mantenimiento y certificación de aeronaves. (Módulo de tecnología específica: Aeronaves)

Dedicación: 27h

Grupo mediano/Prácticas: 13h

Aprendizaje autónomo: 14h

- ACTIVIDAD 3: TRABAJO PRÁCTICO

Descripción:

Proyecto en grupo donde se evaluará de forma práctica un helicóptero comercial haciendo uso de teorías estudiadas en los módulos 1-7 de la asignatura.

Objetivos específicos:

Permitir al alumno valorar su nivel de conocimientos en los contenidos de los módulos 1-7.

Entregable:

La nota del proyecto contará un 10% (primera entrega) y un 15% (segunda entrega) de la nota final de la asignatura.

Competencias relacionadas:

CE26-GREVA. Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), teoría de estructuras. (Módulo de tecnología específica: Aeronaves)

Dedicación: 9h

Aprendizaje autónomo: 9h

- ACTIVIDAD 4: EXAMEN PARCIAL

Descripción:

Prueba escrita en la que se resolverán problemas relacionados con el temario de los módulos 1-4 de la asignatura.

Objetivos específicos:

Evaluar los conocimientos de los Módulos 1-4 de la asignatura.

Material:

El alumno podrá utilizar un formulario, bajo las condiciones que se indicarán en clase y/o Atenea.

Entregable:

La nota del examen contará un 30% de la nota final de la asignatura.

Dedicación: 8h 15m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 0h 30m

Aprendizaje autónomo: 5h 15m

- ACTIVIDAD 5: EXAMEN FINAL

Descripción:

Prueba escrita en la que se resolverán problemas relacionados con el temario de los módulos 1-7 de la asignatura.

Objetivos específicos:

Evaluar los conocimientos de los Módulos 1-7 de la asignatura.

Material:

El alumno podrá utilizar un formulario, bajo las condiciones que se indicarán en clase y/o Atenea.

Entregable:

La nota del examen contará un 35% de la nota final de la asignatura.

Dedicación: 8h 15m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 0h 30m

Aprendizaje autónomo: 5h 15m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el [Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC](#).

La nota global de la asignatura se basa en 5 actos de evaluación:

- Examen parcial (30%)
- Examen final (35%)
- Trabajo práctico - primera entrega (10%)
- Trabajo práctico - segunda entrega (15%)
- Evaluación continuada (10%)

$$N_{\text{helicopteros}} = 0.30 \times N_{\text{ex_parcial}} + 0.35 \times N_{\text{ex_final}} + 0.10 \times N_{\text{trabajo_p}} + 0.15 \times N_{\text{trabajo_f}} + 0.10 \times N_{\text{evaluacion_continuada}}$$

En caso de que un estudiante no haya aprobado el examen parcial, recuperará la nota del examen parcial si aprueba el examen final. La nueva nota del examen parcial será de un 5.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Tanto en el examen parcial como en el examen final, el alumno podrá utilizar un formulario, bajo las condiciones que se indicarán en clase y/o Atenea.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Leishman, J. Gordon. Principles of helicopter aerodynamics. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. ISBN 9780521858601.
- Leishman, J. Gordon. Introduction to aerospace flight vehicles [en línea]. Florida: Embry-Riddle Aeronautical University, 2023 [Consulta: 03/06/2025]. Disponible a: <https://doi.org/10.15394/eaglepub.20>. ISBN 9798985261400.
- Johnson, Wayne. Rotorcraft aeromechanics [en línea]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013 [Consulta: 29/05/2026]. Disponible a: <https://www-cambridge-org.recursos.biblioteca.upc.edu/core/books/rotorcraft-aeromechanics/6DE729BB2AFED9F94E59823086568C1E>. ISBN 9781107028074.
- Bramwell, A.R.S.; Done, G.; Balmford, D. Bramwell's helicopter dynamics [en línea]. 2nd ed. Reston: Butterworth-Heinemann, 2001 [Consulta: 16/07/2024]. Disponible a: <https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780750650755/bramwells-helicopter-dynamics>. ISBN 0750650753.
- Padfield, Gareth D. Helicopter flight dynamics: the theory and application of flying qualities and simulation modeling. 2nd ed. Oxford: Blackwell, 2007. ISBN 9781563479205.

Complementaria:

- Stepniewski, W.Z.; Keys, C.N. Rotary-wing aerodynamics [en línea]. New York: Dover, 1984 [Consulta: 06/09/2024]. Disponible a: <https://search-ebscohost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=nlebk&AN=1152401&site=ehost-live&ebv=EK&ppid=Page--1>. ISBN 0486646475.
- Prouty, Raymond W. Helicopter performance, stability and control. Malabar: Krieger, 2003. ISBN 1575242095.
- Watkinson, John. The art of the helicopter [en línea]. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004 [Consulta: 07/10/2022]. Disponible a: <https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780750657150/art-of-the-helicopter>. ISBN 0750657154.
- Hollmann, Eric M. Modern helicopter design. Monterey: Martin Hollmann, 1996.



RECURSOS

Otros recursos:

Apuntes y presentaciones de la asignatura disponibles en Atenea

Colecciones de ejercicios resueltos