



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I Aeronáutica y del
Espacio

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

145007103 - Aeronaves De Ala Rotatoria

PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	145007103 - Aeronaves de Ala Rotatoria
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
Centro responsable de la titulación	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Alvaro Cuerva Tejero	B-215	alvaro.cuerva@upm.es	L - 09:00 - 13:00 X - 14:00 - 16:00
Oscar Lopez Garcia	B-215	oscar.lopez.garcia@upm.es	L - 11:00 - 14:00 V - 10:00 - 13:00
Cristobal Jose Gallego Castillo (Coordinador/a)	B-215	cristobaljose.gallego@upm.es	L - 10:00 - 14:00 X - 14:00 - 16:00

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Mecánica Del Vuelo

- Aerodinámica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Mecánica, Mecánica de Fluidos, Aerodinámica y Aeroelasticidad.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE26 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los sistemas de las aeronaves y los sistemas automáticos de control de vuelo de los vehículos aeroespaciales.

CE27 - 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

CE28 - Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), teoría de estructuras.

CG3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

CG9 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo

4.2. Resultados del aprendizaje

RA271 - Conocimiento de los aspectos más destacados de las Cualidades de Vuelo y los ensayos en vuelo de las aeronaves de alas rotatorias.

RA270 - Conocimiento, comprensión, aplicación, de la aerodinámica de los rotores, las actuaciones y la estabilidad y controlabilidad de las aeronaves de las aeronaves de alas rotatorias.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura de Aeronaves de Ala Rotatoria tiene como objetivo principal capacitar a los estudiantes en el conocimiento, comprensión y análisis de la aerodinámica de los rotores y las actuaciones y el control de las aeronaves de ala rotatoria, con especial énfasis en el caso particular de los helicópteros. La asignatura se desarrolla a través de clases magistrales y resolución de problemas en el aula, e incluye prácticas de laboratorio y computacional. Durante el curso se hace una presentación de la fenomenología del vuelo característica de estas aeronaves, se presentan modelos aerodinámicos y aeromecánicos de los rotores que permiten determinar las fuerzas y momentos que estos introducen en las aeronaves, así como sus mecanismos de control de paso cíclico y colectivo. Además, se presenta el problema general de la mecánica del vuelo del helicóptero y se desarrolla un modelo de estimación de la potencia necesaria para el vuelo equilibrado que permite determinar las actuaciones principales de la aeronave, tales como el techo de vuelo, la autonomía máxima, el máximo alcance y la máxima velocidad horizontal y ascensional. Finalmente se plantea una introducción al problema de la estabilidad y el control de estas aeronaves.

5.2. Temario de la asignatura

1. Fenomenología del vuelo con alas rotatorias
 - 1.1. Retos históricos
 - 1.2. Definición y tipos de aeronaves de ala rotatoria
 - 1.3. Características principales de los helicópteros
 - 1.4. Ventajas e inconvenientes de los helicópteros
 - 1.5. Complejidad del vuelo del helicóptero
 - 1.6. Diferentes condiciones de vuelo
 - 1.7. Envolvente de vuelo
2. Arquitectura del Helicóptero
 - 2.1. Elementos principales
 - 2.2. Criterios de clasificación de helicópteros
 - 2.3. Configuraciones
 - 2.4. Subsistemas
 - 2.5. Materiales
 - 2.6. Dimensionado estadístico
3. Aerodinámica del rotor aislado en vuelo axial
 - 3.1. Vuelo axial
 - 3.2. Flujo en el vuelo axial
 - 3.3. Teoría de cantidad de movimiento (TCM)
 - 3.4. Teoría del elemento de pala (TEP)
 - 3.5. Rotores de velocidad inducida constante
4. Aeromecánica del rotor
 - 4.1. Definición del problema aeromecánico
 - 4.2. Descripción de los movimientos de paso, arrastre y batimiento
 - 4.3. El problema paso-batimiento
 - 4.4. Parámetros que definen el diseño aeromecánico
 - 4.5. Respuesta al mando y control

5. Aerodinámica del rotor en vuelo de avance
 - 5.1. Teoría de cantidad de movimiento en vuelo de avance
 - 5.2. Rotor rígido
 - 5.3. Teoría del elemento de pala en vuelo de avance
 - 5.4. Consideraciones sobre la potencia
6. Introducción al problema de la mecánica del vuelo
 - 6.1. Mecánica del vuelo del helicóptero
 - 6.2. Problemas fundamentales de la mecánica del vuelo
 - 6.3. Vuelo equilibrado sin cambio de actitud
 - 6.4. Equilibrio longitudinal con fuselaje
7. Actuaciones
 - 7.1. Método de la energía
 - 7.2. Potencia del rotor principal
 - 7.3. Antipar y fuselaje
 - 7.4. Corrección de potencia
 - 7.5. Techo en vuelo a punto fijo
 - 7.6. Máxima altitud de despegue
 - 7.7. Máxima autonomía
 - 7.8. Máximo alcance
 - 7.9. Máxima velocidad horizontal
 - 7.10. Máxima velocidad ascensional
 - 7.11. Autorrotación
8. Estabilidad y Control
 - 8.1. Introducción al análisis lineal de la estabilidad

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Presentación de la asignatura. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Fenomenología del vuelo con alas rotatorias. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>Arquitectura del helicóptero Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Aerodinámica del rotor aislado. Vuelo axial Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p>Aerodinámica del rotor aislado. Vuelo axial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p>Aerodinámica del rotor aislado. Vuelo axial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p>Aerodinámica del rotor aislado. Vuelo axial (Problemas). Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p>Aeromecánica del rotor. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p>Aeromecánica del rotor. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p>Aerodinámica del rotor en vuelo de avance. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Aeromecánica del rotor (Problemas). Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

9	<p>Aerodinámica del rotor en vuelo de avance. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p>Aerodinámica del rotor en vuelo de avance. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Aerodinámica del rotor en vuelo de avance (Problemas). Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Práctica sobre modelización computacional de una condición de vuelo Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
11	<p>Introducción al problema de la mecánica del vuelo. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actuaciones. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p>Actuaciones. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Práctica sobre arquitectura del helicóptero Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p>Actuaciones. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actuaciones. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p>Actuaciones (Problemas). Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15	<p>Estabilidad y Control. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Sesión de preparación para el examen (resolución de problemas y dudas) Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
16				
17				<p>Examen final ordinario (no hay evaluación progresiva). El examen consta de dos partes: una parte de conocimientos teóricos y otra de resolución de problemas. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final ordinario (no hay evaluación progresiva). El examen consta de dos partes: una parte de conocimientos teóricos y otra de resolución de problemas.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG3 CG9 CE26 CE27 CE28

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final ordinario (no hay evaluación progresiva). El examen consta de dos partes: una parte de conocimientos teóricos y otra de resolución de problemas.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG3 CG9 CE26 CE27 CE28

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final extraordinario. El examen consta de dos partes: una parte de conocimientos teóricos y otra de resolución de problemas.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG9 CG3 CE26 CE27 CE28

7.2. Criterios de evaluación

Las actividades de evaluación descritas, así como los criterios de evaluación incluidos a continuación han sido diseñados de acuerdo a la Normativa de evaluación del aprendizaje en las titulaciones oficiales de grado y máster universitario de la Universidad Politécnica de Madrid (Aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión del 26 de mayo de 2022).

Los estudiantes tienen la posibilidad de realizar prácticas presenciales en el Laboratorio de Ensayo de Aeronaves y en el aula de informática. Ninguna práctica es obligatoria, pero lo impartido en ellas se considera parte del temario, y es susceptible de ser preguntado en el examen final.

La **nota final** sobre 10 puntos (NF) resulta directamente de la nota obtenida en el examen final, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria.

Criterio para el aprobado

Para aprobar la asignatura deben cumplirse el siguiente requisito:

1. La NF debe ser mayor o igual a 5.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Teoría de los Helicópteros	Bibliografía	A. Cuerva Tejero, J. L. Espino Granado, O. López García, J. Meseguer Ruiz, A. Sanz Andrés. Editorial Garceta, 2012. Disponible en biblioteca.
Transparencias de Clase	Otros	Disponible en la plataforma Moodle
Descubrir los helicópteros	Bibliografía	Descubrir los helicópteros. J. L. Espino Granado. Editorial AENA. 2012. Disponible en biblioteca.
The Foundations of Helicopter Flight.	Bibliografía	Simon Newman. Edward Arnold, London, U.K., 1994. Disponible en biblioteca.
Principles of Helicopter Aerodynamics.	Bibliografía	J. Gordon Leishman. Cambridge Aerospace Series. 2nd edition, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 2006. Disponible en biblioteca.
The Helicopter. Thinking Forward, Looking Back.	Bibliografía	J. Gordon Leishman. The College Park Press, College Park, Maryland, U.S.A., 2007. Disponible en biblioteca.
Helicopter Flight Dynamics.	Bibliografía	Gareth D. Padfield. Helicopter Flight Dynamics. Blackwell Science Ltd., Oxford, U.K., 1996. Disponible en biblioteca.
Helicóptero Alouette	Equipamiento	Helicóptero Alouette del Laboratorio de Ensayo de Aeronaves de la ETSIAE
Helicóptero Bolkow 105	Equipamiento	Helicóptero Bolkow 105 disponible en el Edificio B de la ETSIAE.
Elementos de helicópteros.	Equipamiento	Partes de helicópteros. Cabezas de rotor, secciones de pala, reductoras disponibles en el Laboratorio de Ensayo de Aeronaves de la ETSIAE.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Los contenidos de la asignatura contribuyen al Objetivo de Desarrollo Sostenible 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación, en cuanto que dota a los estudiantes de conocimientos para desarrollar conceptos y soluciones innovadores relacionados con el diseño de aeronaves de alas rotatorias.