



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

**145006102 - Mecanica Del Vuelo**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

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

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145006102 - Mecanica del Vuelo
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Raul Manzanares Bercial		raul.manzanares@upm.es	Sin horario.
Maria Elena Lopez Nuñez		elena.lopez.nunez@upm.es	Sin horario.
Angel Antonio Rodriguez Sevillano		angel.rodriguez.sevillano@u pm.es	Sin horario.
Manuel Perez Cortes (Coordinador/a)		manuel.perez@upm.es	Sin horario.

Miguel Angel Gomez Tierno		miguelangel.gomez@upm.es	Sin horario.
Omar Gomez Ortega		omar.gomez@upm.es	Sin horario.
Alvaro Cobo Gonzalez		alvaro.cobo.gonzalez@upm. es	Sin horario.

\* 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 Clásica
- Matemáticas I
- Tecnología Aeroespacial
- Física I
- Matemáticas II

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- El plan de estudios Grado en Ingeniería Aeroespacial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE25 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fenómenos físicos del vuelo, sus cualidades y su control, las fuerzas aerodinámicas, y propulsivas, las actuaciones, la estabilidad.

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

RA537 - RA02.- Conocimiento de los aspectos más destacados de las cualidades de vuelo y los ensayos en vuelo de las aeronaves.

RA536 - RA01.- Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de las actuaciones, la estabilidad y controlabilidad estáticas y dinámicas de las aeronaves

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En este curso de Mecánica del Vuelo se estudia el movimiento atmosférico de los aviones. La asignatura se divide en cuatro partes, siendo la primera una introducción general a la Mecánica del Vuelo donde se describen los distintos sistemas de ejes a considerar y se plantean las ecuaciones generales del movimiento del avión considerado como un sólido rígido. En la segunda parte se aborda el análisis de las actuaciones del avión, entendidas éstas como el estudio del movimiento del centro de masas a lo largo de su trayectoria, se consideran actuaciones de punto y actuaciones integrales. La tercera parte está dedicada al análisis de la estabilidad y control estáticos del avión, tanto en su movimiento longitudinal como en el lateral-direccional. Por último, la cuarta parte es una introducción a la estabilidad y control dinámicos del avión, así como a sus cualidades de vuelo.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1. INTRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA.
2. BLOQUE TEMÁTICO 1. ACTUACIONES.
  - 2.1. Tema 1. ECUACIONES DEL MOVIMIENTO PARA EL ESTUDIO DE LAS ACTUACIONES.
  - 2.2. Tema 2. ACTUACIONES DEL AVIÓN REACTOR.
    - 2.2.1. 2.1. Actuaciones en vuelo estacionario.
    - 2.2.2. 2.2. Ecuaciones del movimiento.
    - 2.2.3. 2.3. Empuje necesario.
    - 2.2.4. 2.4. Velocidad máxima.
    - 2.2.5. 2.5. Efecto de mach de divergencia.
    - 2.2.6. 2.6. Velocidad mínima.
    - 2.2.7. 2.7. Velocidad de subida.
    - 2.2.8. 2.8. Techos.
    - 2.2.9. 2.9. Tiempo de subida.
    - 2.2.10. 2.10. Alcance.
    - 2.2.11. 2.11. Autonomía.
    - 2.2.12. 2.12. Técnicas de vuelo.
  - 2.3. Tema 4. ACTUACIONES EN VUELO ACELERADO
    - 2.3.1. 4.1. Ecuaciones del movimiento. 4.2. Viraje a nivel. 4.3. Maniobras. 4.4. Factor de carga. 4.5. Diagrama de maniobras. 4.6. Método de la energía.
  - 2.4. Tema 5. ACTUACIONES EN DESPEGUE Y ATERRIZAJE.
    - 2.4.1. 5.1. Despegue: cálculo de distancias. 5.2. Aterrizaje: cálculo de distancias. 5.3. Relaciones básicas para la determinación de actuaciones.
3. BLOQUE TEMÁTICO 2. ESTABILIDAD Y CONTROL ESTÁTICOS.
  - 3.1. Tema 1. SISTEMAS DE REFERENCIA GENERALES Y RELACIONES ANGULARES ENTRE LOS MISMOS.
    - 3.1.1. 1.1. Sistemas de referencia. 1.2. Ángulos de orientación entre los ejes cuerpo, viento y horizonte local. 1.3. Matrices de transformación
  - 3.2. Tema 2. ECUACIONES GENERALES DEL MOVIMIENTO DEL AVIÓN.

3.2.1. 2.1. Ecuaciones de Euler de fuerzas y momentos. 2.2. Acciones exteriores y términos giroscópicos. 2.3. Relaciones cinemáticas angulares. 2.4. Relaciones cinemáticas lineales

### 3.3. Tema 3. ESTABILIDAD ESTÁTICA LONGITUDINAL.

3.3.1. 3.1. Sustentación total. 3.2. Momento de cabeceo total. 3.3. Índice de estabilidad estática longitudinal con mandos fijos. 3.4. Punto neutro con mandos fijos.

### 3.4. Tema 4. CONTROL ESTÁTICO LONGITUDINAL.

3.4.1. 4.1. Métodos de control longitudinal. 4.2. Deflexión del timón de profundidad para el equilibrio.

### 3.5. Tema 5. SISTEMAS DE MANDO. FUERZAS EN PALANCA.

3.5.1. 5.1. Tipos de sistemas de mando.

3.5.2. 5.2. Momento de charnela.

3.5.3. 5.3. Índice de estabilidad estática longitudinal con mandos libres.

3.5.4. 5.4. Punto neutro con mandos libres.

3.5.5. 5.5. Fuerza en palanca.

3.5.6. 5.6. Gradiente de fuerza en palanca.

3.5.7. 5.7. Limitaciones al centro de gravedad.

### 3.6. Tema 6. ESTABILIDAD Y CONTROL ESTÁTICOS LATERAL-DIRECCIONALES.

3.6.1. 6.1. Coeficientes de fuerza y momentos lateral?direccionales. 6.2. Fuerza lateral total. 6.3. Momento de balance total. 6.4. Momento de guiñada total.

## 4. BLOQUE TEMÁTICO 3. INTRODUCCIÓN A LA ESTABILIDAD Y CONTROL DINÁMICOS, A LAS CUALIDADES DE VUELO Y A LOS ENSAYOS EN VUELO

### 4.1. Tema 1. ESTABILIDAD Y CONTROL DINÁMICOS LONGITUDINALES Y LATERAL DIRECCIONALES.

4.1.1. 1.1. Definiciones. 1.2. Modelos simplificados de los modos longitudinales. 1.3. Respuesta al mando longitudinal. 1.4. Modelos simplificados de los modos lateral?direccionales. 1.5. Respuesta a los mandos lateral?direccionales.

### 4.2. Tema 2. CUALIDADES DE VUELO Y ENSAYOS EN VUELO.

4.2.1. 2.1. Definiciones. 2.2. Clases de aviones. 2.3. Categorías de vuelo. 2.4. Niveles de aceptabilidad. 2.5. La escala de Cooper?Harper. 2.6. Objetivos de los ensayos en vuelo. 2.7. Tipos de ensayos en vue

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Clases de teoría: LM Tema 1 y Tema 2. Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	BT-1 Clases de teoría: LM Tema 2 y Tema 3. RPA: Problemas de aplicación práctica Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Clases de teoría: LM Tema 3 y Tema 4. RPA: Problemas de aplicación práctica Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	Clases de teoría: LM Tema 4. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Clases de teoría: LM Tema 4 y Tema 5. RPA: Problemas de aplicación práctica Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	Clases de teoría: LM Tema 5. RPA: Problemas de aplicación práctica Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	BT-2 Clases de teoría: LM Tema 1 y Tema 2. RPA: Problemas de aplicación práctica Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	BT-2 Clases de teoría: LM Tema 3. RPA: Problemas de aplicación práctica Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  Parcial liberable de los temas 1-5 del bloque temático 1 Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			POPF: Parcial liberable de los temas 1-5 del Bloque Temático 1 (Temas 1 a 5) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00
9	BT-2 Clases de teoría: LM Tema 3. RPA: Problemas de aplicación práctica Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

10	<b>BT-2 Clases de teoría: LM Tema 4. RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
11	<b>BT-2 Clases de teoría: LM Tema 5. RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>BT-2 Clases de teoría: LM Tema 5. RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
13	<b>BT-2 Clases de teoría: LM Tema 5 y Tema 6. RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>BT-2 Clases de teoría: LM Tema 6. RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
15	<b>BT-3 Clases de teoría: LM Tema 1 y Tema 2.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16				<b>Examen parcial y final de la asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 03:00
17				

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
8	POPF: Parcial liberable de los temas 1-5 del Bloque Temático 1 (Temas 1 a 5)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CG3 CG9 CE25 CE28
16	Examen parcial y final de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	5 / 10	CG9 CE25 CE28 CG3

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	POPF: Parcial liberable de los temas 1-5 del Bloque Temático 1 (Temas 1 a 5)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CG3 CG9 CE25 CE28
16	Examen parcial y final de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	5 / 10	CG9 CE25 CE28 CG3

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Se establecerá una evaluación continuada en la cual se consideran las actividades realizadas, trabajos personales individualizados, exámenes parciales a lo largo del semestre y/o examen final.

El estudiante podrá voluntariamente optar, según la normativa UPM, por evaluación continuada o evaluación en el examen final ordinario.

Los exámenes estarán compuestos de una parte teórica y otra de aplicación práctica:

- La parte teórica puede estar constituida por ejercicios tipo " test", ejercicios de preguntas de respuesta abierta o ejercicios de desarrollo de algún tema de la asignatura. Para la parte teórica no se podrán consultar libros ni apuntes.

- La parte de aplicación práctica estará constituida por ejercicios de problemas teórico-prácticos relativos a los contenidos de la asignatura.

Sistema de calificación por evaluación continuada:

- Para la primera parte de la asignatura (Bloque temático 1: Actuaciones, que incluye los Temas 1 a 5) se hará un Examen Parcial Liberatorio en la mitad del curso. Este examen (o el examen final ordinario/extraordinario correspondiente), junto con el trabajo personalizado de Actuaciones, serán la calificación de la primera parte de la siguiente manera:  $\text{PrimeraParte(Actuaciones)} = \text{ExamenActuaciones} * 0.8 + \text{TrabActuaciones} * 0.2$ . con  $\text{ExamenActuaciones} \geq 4.0$ . Aquellos estudiantes que no alcancen  $\text{PrimeraParte(Actuaciones)} \geq 4.0$  deberán presentarse al Examen Final.

- Para la segunda parte de la asignatura (Temas 6 a 14) se hará un Examen Parcial Liberatorio al final del curso, coincidiendo con el examen final.

La nota final, en el procedimiento de evaluación continuada, será:

$$NF = 0,5 * NP1 + 0,5 * NP2 \text{ (con } NP1 \geq 4,0 \text{ y } NP2 \geq 4,0)$$

NP1 = Nota parcial correspondiente a los capítulos 1 al 5.

NP2 = Nota parcial correspondiente a los capítulos 6 al 14.

Los alumnos que no hayan seguido el procedimiento de evaluación continuada, o que no hayan superado los criterios establecidos para dicho procedimiento, serán evaluados de la asignatura en un examen final ordinario con los criterios que establezca el Tribunal.

En el sitio Moodle de la asignatura se publicarán normas más detalladas para superar la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
M.A. GÓMEZ TIERNO, M. PÉREZ CORTÉS Y C. PUENTES MÁRQUEZ. "Mecánica del Vuelo" Editorial Ibergarceta	Bibliografía	Fundamental
"Transparencias de clase"	Bibliografía	Fundamental
J.D. ANDERSON, JR. "Aircraft Performance and Design". Ed. Mc Graw?Hill, 1999.	Bibliografía	Fundamental
JOSÉ MESEGUER RUIZ Y ÁNGEL SANZ ANDRÉS. "Aerodinámica básica". Ed. Ibergarceta Publicaciones, SL, 2ª Edición, Madrid, 2011. ISBN 978?84?9281?271?4.	Bibliografía	Complementaria
DANIEL P. RAYMER. "Aircraft Design: A conceptual approach". AIAA Education Series, 1992.	Bibliografía	Complementaria
JAN ROSKAM. ROSKAM. "Airplane Design". Aviation and Engineering Corporation, 1985.	Bibliografía	Complementaria
JOHN D. ANDERSON, JR. "Introduction to aerodynamic derivatives, equations of motion and stability". Ed. McGraw?Hill, ESDU 86021. Fundamentals of aerodynamics.	Bibliografía	Complementaria

BARNES W. MCCORMICK. "Aerodynamics, Aeronautics and Flight Mechanics". Ed. John Wiley & Sons, Inc, 1995.	Bibliografía	Complementaria
BERNARD ETKIN. "Dynamics of Flight" Stability and Control?. Ed. John Wiley and Sons, 1982.	Bibliografía	Complementaria
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	Recursos web	En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, enlaces, test de autoevaluación, ejercicios propuestos y resueltos, etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.
Laboratorio de Mecánica del Vuelo	Equipamiento	