



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

**145007502 - Mecanica Del Vuelo**

### 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.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145007502 - Mecanica del Vuelo
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<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>
Manuel Perez Cortes (Coordinador/a)		manuel.perez@upm.es	- -
Miguel Angel Gomez Tierno		miguelangel.gomez@upm.es	Sin horario.
Alvaro Cobo Gonzalez		alvaro.cobo.gonzalez@upm.es	L - 08:00 - 08:15

\* 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

- Matemáticas II
- Física I
- Matemáticas I
- Tecnología Aeroespacial
- Mecánica Clásica

### 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

CE47 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fenómenos físicos del vuelo de los sistemas aéreos de defensa, sus cualidades y su control, las actuaciones, la estabilidad y los sistemas automáticos de control.

CE49 - Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica del vuelo, ingeniería de la defensa aérea (balística, misiles y sistemas aéreos), propulsión espacial, ciencia y tecnología de los materiales, 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.

### BLOQUE TEMÁTICO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL A LA MECÁNICA DEL VUELO

Tema 1. INTRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA.

Tema 2. SISTEMAS BÁSICOS DE REFERENCIA. 2.1. Sistemas de referencia generales. 2.2. Orientación entre distintos sistemas de referencia. 2.3. Matrices de transformación de vectores entre distintos sistemas de referencia.

Tema 3. ECUACIONES GENERALES DEL MOVIMIENTO DEL AVIÓN. 3.1. Relaciones dinámicas. Ecuaciones de Euler de fuerzas y momentos. 3.2. Análisis de las acciones exteriores. 3.3. Relaciones cinemáticas angulares. 3.4. Relaciones cinemáticas lineales. Determinación de la trayectoria. 3.5. Particularización de las ecuaciones del movimiento.

BLOQUE TEMÁTICO 2. ACTUACIONES.

Tema 4. RELACIONES BÁSICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE ACTUACIONES. 4.1. Forma de expresar las ecuaciones de fuerzas y cinemáticas. 4.2. Velocidad evolutiva. 4.3. Relaciones dinámicas y cinemáticas. 4.4. Discusión general del sistema y casos particulares.

Tema 5. ACTUACIONES DEL PLANEADOR. 5.1. Adimensionalización de las ecuaciones para el cálculo de actuaciones. Magnitudes características. 5.2. Actuaciones de punto del planeador. 5.3. Actuaciones integrales del planeador.

Tema 6. ACTUACIONES DE AVIONES DOTADOS DE TURBORREACTOR. 6.1. Actuaciones en vuelo horizontal. Velocidad máxima y techo. 6.2. Actuaciones en subida. 6.3. Actuaciones en viraje. 6.4. Actuaciones integrales. Alcance y autonomía.

Tema 7. ACTUACIONES DE AVIONES DOTADOS DE MOTOR ALTERNATIVO Y HÉLICE. 7.1. Actuaciones en vuelo horizontal. 7.2. Actuaciones en subida. 7.3. Actuaciones en viraje. 7.4. Actuaciones integrales. Alcance y autonomía.

Tema 8. ACTUACIONES EN DESPEGUE Y ATERRIZAJE. 8.1. Rodadura en el suelo. 8.2. Recorrido en el aire. 8.3. Aterrizaje.

Tema 9. ACTUACIONES DE AVIONES DE ALTA VELOCIDAD. 9.1. Efectos de la compresibilidad. 9.2. Diagramas M-h. 9.3. Energía específica. Exceso de potencia específico.

### BLOQUE TEMÁTICO 3. ESTABILIDAD Y CONTROL ESTÁTICOS.

Tema 10. ESTABILIDAD ESTÁTICA LONGITUDINAL. 10.1. Sustentación total. 10.2. Momento de cabeceo total. 10.3. Índice de estabilidad estática longitudinal con mandos fijos. 10.4. Punto neutro con mandos fijos.

Tema 11. CONTROL ESTÁTICO LONGITUDINAL. 11.1. Métodos de control longitudinal. 11.2. Deflexión del timón de profundidad para el equilibrio.

Tema 12. SISTEMAS DE MANDO. FUERZAS EN PALANCA. 12.1. Tipos de sistemas de mando. 12.2. Momento de charnela. 12.3. Índice de estabilidad estática longitudinal con mandos libres. 12.4. Punto neutro con mandos libres. 12.5. Fuerza en palanca. 12.6. Gradiente de fuerza en palanca. 12.7. Limitaciones al centro de gravedad.

Tema 13. ESTABILIDAD Y CONTROL ESTÁTICOS LATERAL DIRECCIONALES. 13.1. Coeficientes de fuerza y momentos lateral-direccionales. 13.2. Fuerza lateral total. 13.3. Momento de balance total. 13.4. Momento de guiñada total.

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

Tema 14. ESTABILIDAD Y CONTROL DINÁMICOS LONGITUDINALES Y LATERAL DIRECCIONALES. 14.1. Definiciones. 14.2. Modelos simplificados de los modos longitudinales. 14.3. Respuesta al mando longitudinal. 14.4. Modelos simplificados de los modos lateral-direccionales. 14.5. Respuesta a los mandos lateral-direccionales.

Tema 15. CUALIDADES DE VUELO Y ENSAYOS EN VUELO. 15.1. Definiciones. 15.2. Clases de aviones. 15.3. Categorías de vuelo. 15.4. Niveles de aceptabilidad. 15.5. La escala de Cooper-Harper. 15.6. Objetivos de los ensayos en vuelo. 15.7. Tipos de ensayos en vuelo.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. BLOQUE TEMÁTICO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL A LA MECÁNICA DEL VUELO

1.1. Tema 1. INTRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA.

1.2. Tema 2. SISTEMAS BÁSICOS DE REFERENCIA. 2.1. Sistemas de referencia generales. 2.2. Orientación entre distintos sistemas de referencia. 2.3. Matrices de transformación de vectores entre distintos sistemas de referencia.

1.3. Tema 3. ECUACIONES GENERALES DEL MOVIMIENTO DEL AVIÓN

### 2. BLOQUE TEMÁTICO 2. ACTUACIONES

2.1. Tema 4. RELACIONES BÁSICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE ACTUACIONES. 4.1. Forma de expresar las ecuaciones de fuerzas y cinemáticas. 4.2. Velocidad evolutiva. 4.3. Relaciones dinámicas y cinemáticas. 4.4. Discusión general del sistema y casos particulares.

2.2. Tema 5. ACTUACIONES DEL PLANEADOR. 5.1. Adimensionalización de las ecuaciones para el cálculo de actuaciones. Magnitudes características. 5.2. Actuaciones de punto del planeador. 5.3. Actuaciones integrales del planeador.

2.3. Tema 6. ACTUACIONES DE AVIONES DOTADOS DE TURBORREACTOR. 6.1. Actuaciones en vuelo horizontal. Velocidad máxima y techo. 6.2. Actuaciones en subida. 6.3. Actuaciones en viraje. 6.4. Actuaciones integrales. Alcance y autonomía

2.4. Tema 7. ACTUACIONES DE AVIONES DOTADOS DE MOTOR ALTERNATIVO Y HÉLICE. 7.1. Actuaciones en vuelo horizontal. 7.2. Actuaciones en subida. 7.3. Actuaciones en viraje. 7.4. Actuaciones integrales. Alcance y autonomía.

2.5. Tema 8. ACTUACIONES EN DESPEGUE Y ATERRIZAJE. 8.1. Rodadura en el suelo. 8.2. Recorrido en el aire. 8.3. Aterrizaje.

2.6. Tema 9. ACTUACIONES DE AVIONES DE ALTA VELOCIDAD. 9.1. Efectos de la compresibilidad. 9.2. Diagramas M-h. 9.3. Energía específica. Exceso de potencia específico

### 3. BLOQUE TEMÁTICO 3. ESTABILIDAD Y CONTROL ESTÁTICOS

3.1. Tema 10. ESTABILIDAD ESTÁTICA LONGITUDINAL. 10.1. Sustentación total. 10.2. Momento de cabeceo total. 10.3. Índice de estabilidad estática longitudinal con mandos fijos. 10.4. Punto neutro con mandos fijos.

3.2. Tema 11. CONTROL ESTÁTICO LONGITUDINAL. 11.1. Métodos de control longitudinal. 11.2. Deflexión del timón de profundidad para el equilibrio

3.3. Tema 12. SISTEMAS DE MANDO. FUERZAS EN PALANCA

3.4. Tema 13. ESTABILIDAD Y CONTROL ESTÁTICOS LATERAL DIRECCIONALES. 13.1. Coeficientes de fuerza y momentos lateral-direccionales. 13.2. Fuerza lateral total. 13.3. Momento de balance total. 13.4. Momento de guiñada total.

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

4.1. Tema 14. ESTABILIDAD Y CONTROL DINÁMICOS LONGITUDINALES Y LATERAL DIRECCIONALES

4.2. Tema 15. CUALIDADES DE VUELO Y ENSAYOS EN VUELO

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Clases de teoría: LM Tema 1 y Tema 2.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Clases de teoría: LM Tema 2 y Tema 3.</b> <b>RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Clases de teoría: LM Tema 3 y Tema 4.</b> <b>RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Clases de teoría: LM Tema 4. RPA:</b> <b>Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Clases de teoría: LM Tema 4 y Tema 5.</b> <b>RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Clases de teoría: LM Tema 6. RPA:</b> <b>Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	<b>Clases de teoría: LM Tema 6 y Tema 7.</b> <b>RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Clases de teoría: LM Tema 7 y Tema 8.</b> <b>RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Examen parcial de la asignatura. Temas 1 a 9</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			<b>Examen parcial de la asignatura. Temas 1 a 9.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
9	<b>Clases de teoría: LM Tema 8 y Tema 9.</b> <b>RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

10	<b>Clases de teoría: LM Tema 10. RPA:</b> <b>Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Clases de teoría: LM Tema 11. RPA:</b> <b>Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12	<b>Clases de teoría: LM Tema 12. RPA:</b> <b>Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Clases de teoría: LM Tema 12 y Tema 13.</b> <b>RPA: Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
14	<b>Clases de teoría: LM Tema 13. RPA:</b> <b>Problemas de aplicación práctica</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Clases de teoría: LM Tema 14 y Tema 15.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16				
17				<b>Examen parcial de la asignatura. Temas 10-14.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00  <b>Examen final de la asignatura. Temas 1-14.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00

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	Examen parcial de la asignatura. Temas 1 a 9.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CG3 CG9 CE47 CE49
17	Examen parcial de la asignatura. Temas 10-14.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CG3 CG9 CE47 CE49

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final de la asignatura. Temas 1-14.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG3 CG9 CE47 CE49

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final de la asignatura. Temas 1-14. El examen será presencial o a distancia en función de las circunstancias y las	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG3 CG9 CE47 CE49

## 7.2. Criterios de evaluación

Se establecerá una evaluación continuada en la cual se consideran los exámenes parciales a lo largo del semestre y el examen final.

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 (Temas 1 a 9) se hará un Examen Parcial liberatorio en la mitad del curso. La nota de este examen representa el 50% de la asignatura. Para considerar aprobado este examen y, por tanto, tenerlo liberado para el examen ordinario o extraordinario del curso académico, deberá obtenerse una nota mayor o igual que 5.
- Para la segunda parte de la asignatura (Temas 10 a 15) se hará un Examen Parcial liberatorio al final del curso, coincidiendo con el Examen Final. La nota de este examen representa el 50% de la asignatura. Para considerar aprobado este examen y, por tanto, tenerlo liberado para el examen extraordinario del curso académico, deberá obtenerse una nota mayor o igual que 5

La nota final será:  $NF = 0,5 * NP1 + 0,5 * NP2$  (con  $NP1 > 4,0$  y  $NP2 \geq 4,0$ )

NP1 = Nota parcial correspondiente a los capítulos 1 al 9.

NP2 = Nota parcial correspondiente a los capítulos 10 al 15

En el Moodle de la asignatura se darán instrucciones más detalladas.

## 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". Ed. Garceta, 2ª Edición, 2012	Bibliografía	Esencial
MIELE, A. "Flight Mechanics " 1. Theory of Flight Paths". Ed. Addison Wesley Publishing Co., Reading, Massachusetts, 1962	Bibliografía	Complementario
ETKIN, B. "Dynamics of Flight".Ed. John Wiley & Sons Inc., 2nd ed, New York, 1982	Bibliografía	Complementario
ETKIN, B. "Dynamics of Atmospheric Flight". Ed. John Wiley & Sons Inc., New York, 1972.	Bibliografía	Complementario
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, etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas. Se cuelgan también todas las presentaciones de clase.
Laboratorio de Mecánica del Vuelo. Simuladores de vuelo	Equipamiento	