



## GUÍA DE APRENDIZAJE

CURSO 2017/18

### ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS
3. COMPETENCIAS
4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE
5. PROFESORADO
6. PROGRAMA
7. PLAN DE TRABAJO
8. SISTEMA DE EVALUACIÓN
9. RECURSOS DIDÁCTICOS
10. OTRA INFORMACIÓN

## PLAN 14IA - GRADO EN INGENIERÍA AEROSPACIAL

Código **145007502**

Asignatura **MECÁNICA DEL VUELO**

Nombre en Inglés **FLIGHT MECHANICS**

Materia **AERODINÁMICA, AEROELASTICIDAD Y MECÁNICA DEL VUELO**

Especialidad **CTA**

Idiomas **CASTELLANO**

Curso **CUARTO**

Semestre **SÉPTIMO**

Carácter **OBE**

Créditos **6 ECTS**

## 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.

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

### a) CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

#### Asignaturas superadas:

- Tecnología aeroespacial.
- Física I.
- Mecánica clásica.

#### Otros requisitos:

- Matemáticas I y II.

### b) CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

Se recomienda tener superadas las Asignaturas:

Otros Conocimientos:

## 3. COMPETENCIAS

- 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.
- 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.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

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

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

## 5. PROFESORADO

**Departamento:** AERONAVES Y VEHÍCULOS ESPACIALES.

**Coordinador de la Asignatura:** Manuel PÉREZ CORTÉS.

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
ANTÓN DÍEZ, Miguel Antonio	<a href="mailto:miguelantonio.anton@upm.es">miguelantonio.anton@upm.es</a>	Edificio B. ETSIA
GÓMEZ TIERNO, Miguel Ángel	<a href="mailto:miguelangel.gomez@upm.es">miguelangel.gomez@upm.es</a>	Edificio B. ETSIA
GRACIA DÍEZ, Luis	<a href="mailto:luis.gracia@upm.es">luis.gracia@upm.es</a>	Edificio B. ETSIA
PÉREZ CORTÉS, Manuel	<a href="mailto:manuel.perez@upm.es">manuel.perez@upm.es</a>	Edificio B. ETSIA

Los horarios de tutorías estarán publicados en tabloneros del Departamento.

## 6. TEMARIO

### 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.

## 7. PLAN DE TRABAJO

### a) Cronograma.

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1	Clases de teoría: LM Tema 1 y Tema 2. 4 horas			
2	Clases de teoría: LM Tema 2 y Tema 3. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
3	Clases de teoría: LM Tema 3 y Tema 4. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
4	Clases de teoría: LM Tema 4. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
5	Clases de teoría: LM Tema 4 y Tema 5. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
6	Clases de teoría: LM Tema 6. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
7	Clases de teoría: LM Tema 6 y Tema 7. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
8	Clases de teoría: LM Tema 7 y Tema 8. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
9	Clases de teoría: LM Tema 8 y Tema 9. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
10	Clases de teoría: LM Tema 10. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			POPF: Parcial liberable de los temas 1-9 – 2 horas

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
11	Clases de teoría: LM Tema 11. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
12	Clases de teoría: LM Tema 12. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
13	Clases de teoría: LM Tema 12 y Tema 13. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
14	Clases de teoría: LM Tema 13. RPA: Problemas de aplicación práctica 4 horas			
15	Clases de teoría: LM Tema 14 y Tema 15. 4 horas			
16				

#### b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS		3,5		2,5		

LM: LECCIÓN MAGISTRAL

PBL: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO

RPA: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA

TP: TUTORÍAS PROGRAMADAS

\*Otros (especificar):

## 8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

#### a) Tribunal de Evaluación.

<b>Presidente:</b>	Miguel Ángel GÓMEZ TIERNO
<b>Vocal:</b>	Manuel PÉREZ CORTÉS
<b>Secretario:</b>	Luis GRACIA DÍEZ
<b>Suplente:</b>	Miguel Antonio ANTÓN DÍEZ

**b) Actividades de Evaluación.**

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
10	Prueba de Evaluación	EC+SEF	POPF	2	50%	5,0	CG3, CE47, CE49
16	Prueba de Evaluación (coincidiendo con el examen final)	EC+SEF	POPF	2	50%	5,0	CG3, CE47, CE49

**c) Criterios de Evaluación.**

Se establecerá una evaluación continuada en la cual se consideran las actividades realizadas, 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 (Temas 1 a 9) se hará un Examen Parcial liberatorio en la mitad del curso. Aquellos alumnos que lo suspendan, o que no se presenten, deberán presentarse al Examen Final.
- 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. Aquellos alumnos que lo suspendan, o que no se presenten, deberán presentarse al Examen Extraordinario de julio

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 9.

NP2 = Nota parcial correspondiente a los capítulos 10 al 15.

- En cualquiera de los exámenes, aun teniendo aprobada una parte de la asignatura, el alumno se podrá presentar para obtener una mejor nota de esa parte. Siempre se mantendrá la mejor nota conseguida para esa parte en cualquiera de las convocatorias

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.

**9. RECURSOS DIDÁCTICOS**

Descripción	Tipo	Observaciones
Transparencias de clase	Bibliografía	

Descripción	Tipo	Observaciones
M.A. GÓMEZ TIERNO, M. PÉREZ CORTÉS Y C. PUENTES MÁRQUEZ. "Mecánica del Vuelo". Ed. Garceta, 2ª Edición, 2012.	Bibliografía	
MIELE, A. "Flight Mechanics – 1. Theory of Flight Paths". Ed. Addison Wesley Publishing Co., Reading, Massachusetts, 1962.	Bibliografía	
ETKIN, B. "Dynamics of Flight". Ed. John Wiley & Sons Inc., 2nd ed, New York, 1982.	Bibliografía	
ETKIN, B. "Dynamics of Atmospheric Flight". Ed. John Wiley & Sons Inc., New York, 1972.	Bibliografía	
PERKINS, C.D. & HAGE, R.E. "Airplane Performance, Stability and Control". Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1949.	Bibliografía	
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.
Laboratorio de Mecánica del Vuelo. Simuladores de vuelo.	Equipamiento	

## 10. OTRA INFORMACIÓN