



POLITÉCNICA

ETSI AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



PR-CL-001.- COORDINACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

## 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 AEROESPACIAL

**Código** 145006401

**Asignatura** AERODINÁMICA Y MECÁNICA DEL VUELO

**Nombre en Inglés** AERODYNAMICS AND FLIGHT MECHANICS

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

**Especialidad** AEROPUERTOS Y TRANSPORTE AÉREO

**Idiomas** CASTELLANO

**Curso** TERCERO

**Semestre** SEXTO

**Carácter** OBE

**Créditos** 6 ECTS

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Aerodinámica, Actuaciones, Estabilidad estática y dinámica de la aeronave.

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

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

#### Asignaturas superadas:

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

#### 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.

**CG4.-** Capacidad para integrarse y formar parte activa de equipos de trabajo. Trabajo en equipo.

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

**CE10-CA04.-** Comprender cómo las fuerzas aerodinámicas determinan la dinámica del vuelo y el papel de las distintas variables involucradas en el fenómeno del vuelo.

**CE19-CA13.-** Conocimiento aplicado de la aerodinámica y mecánica del vuelo.

**CE70-EE05.-** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de las actuaciones, maniobras y control de las aeronaves.

**CE71-EE06.-** Conocimiento aplicado de Mecánica del Vuelo.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

**RA1.** - Conocimiento y comprensión de los modelos teóricos para la determinación de presiones, fuerzas y momentos en perfiles, alas y avión.

**RA2.** – Conocimiento y comprensión de los efectos de compresibilidad sobre la aerodinámica del perfil y del ala y del avión.

**RA3.** – Conocimiento y comprensión de las leyes que rigen los fundamentos básicos del movimiento de una aeronave, desde en el enfoque de la mecánica del vuelo.

- RA4.** – Conocimiento de los métodos aplicados al estudio de las ecuaciones básicas que rigen la mecánica del vuelo de un avión.
- RA5.** – Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de las actuaciones básicas y especiales de un avión, tanto propulsado por hélice, como propulsado por reactor.
- RA6.** – Conocimiento de los principales aspectos, desde un punto de vista cualitativo que rigen la estabilidad estática y dinámica del vuelo de un avión.
- RA7.** – Elaborar informes y documentación a partir de la información suministrada utilizando bibliografía y fuentes de conocimiento adecuados.

## 5. PROFESORADO

**Departamento:** AERONAVES Y VEHÍCULOS ESPACIALES

**Coordinador de la Asignatura:** Luis Manuel AYUSO MORENO

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
Luis Manuel AYUSO MORENO	<a href="mailto:luis.ayuso@upm.es">luis.ayuso@upm.es</a>	Edificio B. ETSIAE
Miguel Ángel BARCALA MONTEJANO	<a href="mailto:miguel.barcala@upm.es">miguel.barcala@upm.es</a>	Edificio B. ETSIAE
Rodolfo SANT PALMA	<a href="mailto:rodolfo.sant@upm.es">rodolfo.sant@upm.es</a>	Edificio B. ETSIAE

Los horarios de tutorías estarán publicados en (especificar la forma y lugar)

## 6. TEMARIO

### BLOQUE TEMÁTICO 1. AERODINÁMICA

#### Tema 1. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL PERFIL

1.1. Características geométricas de los perfiles. Fuerzas y momentos. 1.2. Sustentación. Circulación. Condiciones de Kutta-Youkowski. Torbellino de arranque. 1.3. Resistencia aerodinámica de presión y de fricción. 1.4. Métodos de cálculo en aerodinámica. 1.5. Representación gráfica de los coeficientes aerodinámicos.

#### Tema 2. MOVIMIENTOS PLANOS POTENCIALES

2.1. Función potencial y de corriente. Potencial complejo. 2.2. Singularidades.

#### Tema 3. PERFILES EN RÉGIMEN INCOMPRESIBLE

3.1. Características aerodinámicas. Influencia de la geometría. 3.2. Entrada en pérdida e Hipersustentadores.

#### Tema 4. PERFILES EN RÉGIMEN COMPRESIBLE

4.1. Teoría potencial linealizada en régimen compresible. Regla de Prandtl – Glauert. 4.2. Mach crítico y de divergencia. Perfiles supercríticos. 4.3. Régimen Transónico. 4.4. Características aerodinámicas. Influencia de la geometría

#### Tema 5. FAMILIAS DE PERFILES

5.1. Familias de perfiles. 5.2. Criterios de selección de un perfil.

## Tema 6. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL ALA

6.1. Características geométricas. 6.2. Fuerzas y momentos. Resistencia inducida.

## Tema 7. ALAS EN RÉGIMEN INCOMPRESIBLE

7.1. Teoría de Prandtl de alas de gran alargamiento. Métodos clásicos 7.2. Métodos numéricos. 7.3. Características aerodinámicas. Influencia de la geometría. 7.4. Entrada en pérdida de alas. Hipersustentadores, dispositivos especiales. 7.5. Reducción de resistencia.

## Tema 8. ALAS EN RÉGIMEN COMPRESIBLE

8.1. Compresibilidad. Alas en flecha y en delta. 8.2. Régimen Transónico.

## Tema 9. AVIÓN

9.1. Coeficientes de fuerza y momento. 9.2. Configuraciones del avión. Potencial complejo. 9.3. Cálculo de la Polar. Régimen incompresible y compresible.

**BLOQUE TEMÁTICO 2. MECÁNICA DEL VUELO**

## Tema 10. INTRODUCCIÓN A LAS ACTUACIONES Y LA ESTABILIDAD

10.1. Características. 10.2. Sustentación. 10.3. Resistencia. 10.4. Métodos.

## Tema 11. ACTUACIONES DEL AVIÓN REACTOR

11.1. Vuelo estacionario. Empuje necesario. Velocidad máxima. Efecto de mach de divergencia. Velocidad mínima. Velocidad de subida. Techos. Tiempo de subida. 11.2. Alcance. Autonomía. Técnicas de vuelo. 11.3. Avión planeador.

## Tema 12. ACTUACIONES DEL AVIÓN DE HÉLICE

12.1. Vuelo estacionario. Ecuaciones del movimiento. Potencia necesaria. Velocidad máxima. Velocidad mínima. Velocidad de subida. Techos. Tiempo de subida. 12.2. Alcance. Autonomía. Técnicas de vuelo.

## Tema 13. ACTUACIONES EN VUELO ACELERADO

13.1. Ecuaciones del movimiento. Viraje a nivel. Maniobras. Factor de carga. Diagrama de maniobras. Método de la energía.

## Tema 14. ACTUACIONES EN DESPEGUE Y ATERRIZAJE

14.1. Despegue: cálculo de distancias. Aterrizaje: distancias. Relaciones básicas para determinación de actuaciones.

## Tema 15. ESTABILIDAD ESTÁTICA LONGITUDINAL Y LATERO-DIRECCIONAL

15.1. Criterio de estabilidad estática longitudinal. 15.2. Análisis simplificado para una combinación ala-cola horizontal, equilibrio estático, estabilidad estática, Punto de compensación, Punto Neutro, margen estático, Influencia de la posición del ala, de la Fuente de potencia y del fuselaje y góndolas. 15.3. Criterio de estabilidad estática lateral y direccional, Estudio cualitativo de la influencia de las superficies y la geometría de la aeronave en la estabilidad estática lateral y direccional.

## Tema 16. ESTABILIDAD DINÁMICA Y CONTROL

16.1. Movimientos longitudinal y lateral-direccional. 16.2. Ecuaciones linealizadas del movimiento del avión, adimensionalización de las ecuaciones linealizadas del movimiento, derivadas de estabilidad, determinante característico, cuártica de estabilidad.

## 7. PLAN DE TRABAJO

### a) Cronograma.

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

### b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS	3,9	1,5		0,5		

**EPD:** ESTUDIO PERSONAL DIRIGIDO  
**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>	Miguel Ángel BARCALA MONTEJANO
<b>Secretario:</b>	Luis Manuel AYUSO MORENO
<b>Suplente:</b>	Rodolfo SANT PALMA

**b) Actividades de Evaluación.**

Semana Nº	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias

**c) 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 trabajos personalizados resueltos satisfactoriamente, será obligatoria su resolución, supondrá el 20 % de la nota final.

Los exámenes estarán compuestos de una parte teórica; se podrá considerar la posibilidad (anunciada al principio del curso) de incluir en la evaluación una parte práctica.

La parte teórica puede estar constituida: ejercicios tipo "test", ejercicios de preguntas de respuesta abierta, ejercicios de desarrollo de algún tema de la asignatura.

Para la parte teórica no se podrán consultar libros ni apuntes.

De incluirse en la evaluación una parte práctica, estará constituida por: ejercicios de problemas teórico-prácticos relativos a los contenidos de la asignatura.

Se hará un Examen Parcial en la semana 9 del curso y otro en la 14, aproximadamente. Aquellos alumnos que los suspendan, o que no se presenten, deberán presentarse al Examen Final de las dos partes de la asignatura.

Los alumnos realizarán varios trabajos personalizados a lo largo del curso.

Sistema de calificación:

$$NF = 0,4 * NP1 + 0,4 * NP2 + 0,2*TR \text{ (con } NP1 \geq 5,0 \text{ y } NP2 \geq 5,0)$$

NP1 = Capítulos 1 al 9.

NP2 = Capítulos 10 al 16.

TR = nota del trabajo personalizado.

**9. RECURSOS DIDÁCTICOS**

Descripción	Tipo	Observaciones
Transparencias de clase	Bibliografía	
Aerodinámica básica. José Meseguer Ruiz y Ángel Sanz Andrés. Ibergarceta, 2ª Edición, Publicaciones, Madrid, 2011.	Bibliografía	
Fundamentals of Aerodynamics, John D. Anderson, Jr. Mc Graw-Hill, 2ª edición 1999.	Bibliografía	

Descripción	Tipo	Observaciones
Mecánica del Vuelo. M.A. Gómez Tierno, M. Pérez Cortés y C. Puentes Márquez. Ed. Garceta, 2ª Edición, 2012.	Bibliografía	
Introduction to flight. John D. Anderson. 3ª Edición. New York, Mc. Graw-Hill, 1989.	Bibliografía	
Aerodynamics, Aeronautics and Flight Mechanics. Barnes W. McCormick. John Wiley & Sons, Inc. 1995	Bibliografía	
Dynamics of Flight. Etkin, B. Ed. John Wiley & Sons Inc., 2nd ed, New York, 1982.	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, test de autoevaluación, ejercicios propuestos y resueltos, etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.
Laboratorio de Aerodinámica y Mecánica del Vuelo.	Equipamiento	

## 10. OTRA INFORMACIÓN