



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería  
Aeronáutica y del Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**145007104 - Misiles**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	3
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	4
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
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

<b>Nombre de la asignatura</b>	145007104 - Misiles
<b>No de créditos</b>	3 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 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Juan Manuel Del Cura Velayos	Hangar, DAVE	juanmanuel.delcura@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías se publican en el tablón del departamento
Jeffrey Brent Porter	Hangar, DAVE	jeff.porter@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías se publican en el tablón del departamento

Jose Maria Fernandez Ibarz	B215	josemaria.fernandez@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías se publican en el tablón del departamento
Jose Miguel Ezquerro Navarro (Coordinador/a)	Hangar, DAVE	jm.ezquerro@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías se publican en el tablón del departamento
Jacobo Rodriguez Otero	Hangar, DAVE	jacobo.rodriguez@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías se publican en el tablón del departamento
Ana Laveron Simavilla	Hangar, DAVE	ana.laveron@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías se publican en el tablón del departamento

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

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Bello Garcia, Alvaro	alvaro.bello@upm.es	Ezquerro Navarro, Jose Miguel

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Pablo Salgado Sánchez	psalgado@eusoc.upm.es	E-USOC
Karl Olfe García	ks.olfe@upm.es	E-USOC

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Física I
- Aplicacion Practica De Aerodinamica Computacional (ansys-fluent)
- Física II
- Tecnologia Aeroespacial

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

- Aerodinámica
- Mecánica
- Mecánica del Vuelo

## 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.

CE30 - 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

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

RA272 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de las configuraciones básicas, subsistemas y misiones de los misiles y su interrelación

RA273 - Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis del diseño aerodinámico básico de misiles.

RA274 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de las leyes de guiado y trayectorias guiadas.

RA275 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis básico del sistema de control y guiado del misil.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Se hace una descripción de los distintos tipos de misiles y sus elementos principales. Se estudian las ecuaciones de la dinámica del vehículo cohete para calcular la trayectoria del misil en función de los parámetros relevantes. Se estudian las particularidades de los misiles balísticos y tácticos. Se analizan los distintos tipos de guiado más habituales en misiles y su aplicación.

Se realizan prácticas de laboratorio para ser resueltos en grupo empleando Matlab y/o Simulink.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Movimiento general de un vehículo cohete
3. Análisis simplificado de la trayectoria de un vehículo cohete
4. Misiles balísticos
5. Vehículos inyectoros
6. Caracterización aerodinámica de los misiles
7. Fuerzas y momentos aerodinámicos
8. Estabilidad y maniobrabilidad
9. Sistemas teleguiados y auto-guiados
10. Navegación
11. Control clásico de misiles
12. Sistemas del misil táctico e ingeniería de sistemas

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	<b>Tema 3-4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 3-4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	<b>Tema 5-6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Introducción a la integración con Matlab</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 5-6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Introducción a la integración con Matlab</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
4	<b>Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Integración de las ecuaciones del movimiento 1D del vehículo cohete</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Integración de las ecuaciones del movimiento 1D del vehículo cohete</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
5	<b>Problema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Problema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
6	<b>Tema 9-10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Integración de las ecuaciones del movimiento 2D del vehículo cohete</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 9-10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Integración de las ecuaciones del movimiento 2D del vehículo cohete</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	



7	<b>Tema 11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
8	<b>Tema 12</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Optimización de etapas de lanzadores</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 12</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Optimización de etapas de lanzadores</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 00:00
9	<b>Problema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Problema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Problema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Problema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
10	<b>Problema 5</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Resolución de un problema de guiado, navegación y control con simulink</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Problema 5</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de un problema de guiado, navegación y control con simulink</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
11				
12				
13				
14				
15				
16				<b>Prácticas de laboratorio</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 00:00  <b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	00:00	30%	/ 10	CG3 CG9
16	Prácticas de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	30%	/ 10	CG3 CG9 CE27 CE26 CE28
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	00:00	40%	4 / 10	CG3 CG9 CE27 CE30 CE26 CE28

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	00:00	100%	5 / 10	CG9 CE30 CE26 CE28

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

El estudiante podrá voluntariamente optar, según la normativa UPM, por evaluación continua o evaluación por prueba final, en este último caso deberá comunicárselo al coordinador de la asignatura, a través de la consulta en Moodle abierta a tal efecto, durante las dos primeras semanas lectivas. En caso de no rellenar su preferencia en el plazo estipulado se entenderá que el estudiante opta por evaluación continua.

Los exámenes escritos podrán estar 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 podrá estar constituida por ejercicios de problemas teórico-prácticos relativos a los contenidos de la asignatura.

### **Evaluación continua:**

Se consideran las prácticas de laboratorio, el examen parcial y el examen final.

Como parte de prácticas de laboratorio los alumnos realizarán un trabajo en grupo, como resultado del cual entregarán: el código desarrollado para resolver los problemas planteados en las prácticas y un informe escrito. La evaluación de las prácticas incluirá la actividad desarrollada por el alumno en el aula y el material entregado (informe y código) por el grupo.

En caso de que la nota obtenida en el examen final sea inferior a 4.0, la calificación final será la del examen final.

En la convocatoria extraordinaria la calificación será la mayor de las obtenidas por evaluación continua y la del examen final.

### **Evaluación por prueba final:**

La calificación será la obtenida en el examen final (ordinario o extraordinario).

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de la asignatura	Bibliografía	Disponibles en la sección de publicaciones y en Moodle
Espacio de Moodle de la asignatura	Recursos web	Con todos los materiales (presentaciones, apuntes, problemas de clase, etc)
Tactical Missile Design	Bibliografía	Fleeman, 2nd Ed, AIAA Education Series, 2006
Libros relacionados con la asignatura 4	Bibliografía	
Tactical and Strategic Missile Guidance	Bibliografía	Zarchan, P., ?AIAA Vol. 124 Progress in Astronautics and Aeronautics,? American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1990
Automatic Control of Aircraft and Missiles	Bibliografía	Blakelock, J. H., John Wiley & Sons, 1965
Aerospace Avionics Systems	Bibliografía	Siouris, G.M., Academic Press, 1993
Aircraft Engine Design	Bibliografía	Mattingly, J.D., et al, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1987
Tactical Missile Propulsion	Bibliografía	Jenson, G.E. and Netzer, D.W., American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1996
Space Propulsion Analysis and Design	Bibliografía	Humble, R.W., Henry, G.N., and Larson, W.J., McGraw-Hill, 1995
Rocket Propulsion Elements	Bibliografía	Sutton, G.P., John Wiley & Sons, 1986
AIAA Aerospace Design Engineers Guide	Bibliografía	American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1993

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Las fechas de las prácticas de laboratorio son orientativas, ya que tendrán que realizarse a lo largo del curso los días que se puedan, dependiendo del número de alumnos que las realicen y de la disponibilidad de las aulas de informática. Las fechas de las clases que constan en el cronograma son orientativas y se adaptará según las necesidades.

Los alumnos no podrán utilizar calculadoras programables en los exámenes, y dispondrán de una hoja de ayuda con las principales ecuaciones empleadas en la asignatura. La hoja de ayuda será entregada por los profesores con el resto del examen, y está publicada en el espacio Moodle de la asignatura.

Cada alumno debe asistir al grupo que le ha sido asignado para el correcto desarrollo de las clases.