



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

**145007105 - Vehículos Espaciales**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - 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.....	4
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>	145007105 - Vehículos Espaciales
<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>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Ana Laveron Simavilla (Coordinador/a)	DAVE/hangar	ana.laveron@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle
Jose Maria Fernandez Ibarz	B215	josemaria.fernandezi@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle

Jeffrey Brent Porter	DAVE/hangar	jeff.porter@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle
Jose Miguel Ezquerro Navarro	DAVE/hangar	jm.ezquerro@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle
Juan Manuel Del Cura Velayos	DAVE/hangar	juanmanuel.delcura@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle
Jacobo Rodriguez Otero	DAVE/hangar	jacobo.rodriguez@upm.es	Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle
Ignacio Tinao Perez-Miravete	B215	ignacio.tinao@upm.es	Sin horario. El horario de tutorías se publica en Moodle

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

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
álvaro Bello	abello@eusoc.upm.es	E-USOC
Pablo Salgado	psalgado@eusoc.upm.es	E-USOC

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

- Tecnología Aeroespacial
- Física I
- Física II
- Mecánica Clásica
- Aerodinámica
- Matemáticas I
- Matemáticas II
- Mecánica Del Vuelo

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

- Inglés
- Conocimientos de programación

## 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.

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

RA263 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de las configuraciones básicas, subsistemas y misiones de los vehículos espaciales

RA264 - Capacidad para el análisis de la misión, del tipo de ley de guiado y trayectoria espacial.

RA266 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de control de actitud y órbita del vehículo espacial.

RA267 - Conocimiento y comprensión del sistema de ensayos y del soporte de tierra del vehículo espacial.

RA265 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis del control térmico del vehículo espacial.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Se explican elementos principales de las misiones espaciales y los tipos de misiones más habituales. Los vehículos espaciales son operados en un entorno muy diferente al terrestre y es necesario conocer dicho entorno para poder entender las necesidades de diseño, en el curso se hace una breve descripción del entorno espacial y su influencia en el vehículo.

Se hace una introducción a la mecánica orbital kepleriana, se analizan las perturbaciones orbitales más importantes y su efecto en las distintas órbitas. Se estudian los distintos tipos de maniobras orbitales y su aplicación para la adquisición de la órbita de operación.

Se definen y estudian las órbitas de aplicación más frecuentes, sus propiedades, ventajas e inconvenientes, y la forma en que se seleccionan las órbitas para misiones concretas. Finalmente se analiza la geometría de las

misiones alrededor de la Tierra, en particular se analiza el cálculo de las trazas, la iluminación, la cobertura y visibilidad del vehículo.

Finalmente se hace una descripción del vehículo espacial y sus principales subsistemas.

Se realizan prácticas de laboratorio en el que se resuelven problemas de análisis de misión mediante el programa libre GMAT. Finalmente los alumnos en grupos deben resolver un problema para el análisis de una misión espacial, y entregan un informe con los resultados, así como el código desarrollado en GMAT para resolverlo.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. INTRODUCCIÓN. MISIONES ESPACIALES Y ELEMENTOS DE LA MISIÓN
2. EL ENTORNO DEL SATÉLITE.
3. INTRODUCCIÓN A LAS ÓRBITAS.
4. MANIOBRAS ESPACIALES.
5. PERTURBACIONES ORBITALES.
6. ÓRBITAS DE APLICACIÓN.
7. TRAYECTORIAS INTERPLANETARIAS.
8. GEOMETRÍA DE MISIONES DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA.
9. SUBSISTEMAS DE UN VEHÍCULO ESPACIAL.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción de la asignatura Tema 1. MISIONES ESPACIALES Y ELEMENTOS DE LA MISIÓN.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Tema 5</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Prácticas de análisis de misión 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	<b>Tema 5</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	<b>Tema 6</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Prácticas de análisis de misión 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		



9	<b>Tema 6 y tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:00
10	<b>Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Prácticas de análisis de misión 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	<b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12	<b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
13	<b>Tema 9</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 9</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
14				<b>Informe de prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 00:00
15				
16				<b>Participación en las clases de problemas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

## 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
9	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	35%	/ 10	CG3 CE26 CG9
14	Informe de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	00:00	20%	/ 10	CG3 CE26 CG9
16	Participación en las clases de problemas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	5%	/ 10	CG3 CE26 CG9
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	40%	4 / 10	CG3 CE26 CG9

#### 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	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG3 CE26 CG9

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG3 CE26 CG9

## 7.2. Criterios de evaluación

El estudiante podrá voluntariamente optar, según la normativa UPM, por evaluación continuada o evaluación en el examen 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 contestar a la consulta se asumirá que se cursa la asignatura por evaluación continua.**

Los exámenes 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:**

Si la nota del examen final es mayor o igual que 4.0:

- La nota del examen parcial contará un 35% de la nota final.
- La nota del examen final contará un 40% de la nota final.
- La nota del informe de prácticas, preguntas de prácticas en el examen final y participación en las mismas contará un 20% de la nota final.
- La participación en las clases contará un 5% de la nota final.
- En el caso de que no se tenga calificación de participación en clases, ese porcentaje de la nota pasará al del examen final, que contará un 45% de la nota final.

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 el examen final.

### **Evaluación sólo por prueba final:**

La calificación será la del examen final.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de la asignatura	Bibliografía	Disponibles en la sección de publicaciones de la ETSIA y el espacio Moodle de la asignatura.
Transparencias de clase.	Bibliografía	Disponibles en el espacio Moodle de la asignatura.
Orbit and Constellation Design and Management	Bibliografía	J. WERTZ & W. LARSON
Elements of Spacecraft Design	Bibliografía	J.R. WERTZ
Fundamentals of Astrodynamics and Applications	Bibliografía	D. VALLADO
Fundamentals of Space Systems	Bibliografía	V. L. PISACANE Y R.C. MOORE
Spacecraft Systems Engineering	Bibliografía	P. FORTESCUE, G. SWINERD Y J. STARK
Fundamentals of Astrodynamics	Bibliografía	R. R. BATE, D. D. MUELLER Y J. E. WHITE
Espacio MOODLE de la asignatura	Recursos web	En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, enlaces, ejercicios propuestos y resueltos, etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.
Laboratorio	Equipamiento	En el laboratorio los alumnos dispondrán del material e instrumentos necesarios para realizar las prácticas programadas de la asignatura.

## 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.

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.