



## 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 **145007105**

Asignatura **VEHÍCULOS ESPACIALES**

Nombre en Inglés **SPACE VEHICLES**

Materia **VEHÍCULOS AEROESPACIALES**

Especialidad **VA**

Idiomas **CASTELLANO E INGLÉS**

Curso **CUARTO**

Semestre **SÉPTIMO**

Carácter **OBE**

Créditos **3 ECTS**

## 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.

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

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

#### Asignaturas superadas:

- Tecnología aeroespacial.
- Física I.
- Mecánica clásica.
- Aerodinámica.
- Matemáticas I y II.
- Mecánica de vuelo.

#### Otros requisitos:

- Nivel B2 en inglés

### 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.
- 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.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

**RA01.-** Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de las configuraciones básicas, subsistemas y misiones de los vehículos espaciales.

**RA02.-** Capacidad para el análisis de la misión, del tipo de ley de guiado y trayectoria espacial.

**RA03.-** Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis del control térmico del vehículo espacial.

**RA04.-** Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de control de actitud y órbita del vehículo espacial.

**RA05.-** Conocimiento y comprensión del sistema de ensayos y del soporte de tierra del vehículo espacial.

## 5. PROFESORADO

**Departamento:** AERONAVES Y VEHÍCULOS AEROESPACIALES.

**Coordinador de la Asignatura:** Ana LAVERÓN SIMAVILLA.

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
DEL CURA VELAYOS, Juan Manuel	<a href="mailto:juanmanuel.delcura@upm.es">juanmanuel.delcura@upm.es</a>	Lab. de Ensayo de Aeronaves
EZQUERRO NAVARRO, José Miguel	<a href="mailto:jezquierro@eusoc.upm.es">jezquierro@eusoc.upm.es</a>	Lab. de Ensayo de Aeronaves
LAVERÓN SIMAVILLA, Ana	<a href="mailto:ana.laveron@upm.es">ana.laveron@upm.es</a>	Lab. de Ensayo de Aeronaves
PORTER, Jeffrey Brent	<a href="mailto:jeff.porter@upm.es">jeff.porter@upm.es</a>	Lab. de Ensayo de Aeronaves
RODRÍGUEZ OTERO, Jacobo	<a href="mailto:jacobo.rodriguez@upm.es">jacobo.rodriguez@upm.es</a>	Lab. de Ensayo de Aeronaves

Los horarios de tutorías estarán publicados en (especificar la forma y lugar): Moodle de la asignatura y tablón de la asignatura.

## 6. TEMARIO

Tema 1. INTRODUCCIÓN. MISIONES ESPACIALES Y ELEMENTOS DE LA MISIÓN.

1.1. Presentación de la asignatura. 1.2. Evolución de las misiones espaciales. 1.3. Tipos de misiones espaciales. 1.4. Elementos de una misión espacial. 1.5. Ciclo de vida de un vehículo espacial.

Tema 2. EL ENTORNO DEL SATÉLITE.

1.1. Introducción al entorno espacial: el Sol, la atmósfera, la ionosfera, el campo magnético terrestre, el medio interplanetario, el campo gravitatorio terrestre, la basura espacial y los micrometeoritos. 1.2. Efectos del entorno espacial.

Tema 3. INTRODUCCIÓN A LAS ÓRBITAS.

3.1. Introducción. 3.2. Sistemas de referencia y de tiempo. 3.3. Órbitas Keplerianas.

## Tema 4. MANIOBRAS ESPACIALES.

4.1. Introducción. 4.2. Maniobras de: lanzamiento, coplanarias, cambio de plano, combinadas, aeroasistidas, interceptación y rendezvous, misiones lunares, misiones interplanetarias.

## Tema 5. PERTURBACIONES ORBITALES

5.1. Introducción. 5.2. Achatamiento terrestre. 5.3. Resistencia aerodinámica. 5.4. Tercer cuerpo. 5.5. Presión de radiación solar.

## Tema 6. ÓRBITAS DE APLICACIÓN.

6.1. Introducción. 6.2. Geosíncrona y geoestacionaria. 6.3. Heliosíncrona. 6.4. De traza repetida. 6.5. Frozen. 6.6. Molniya.

## Tema 7. TRAYECTORIAS INTERPLANETARIAS

7.1. Introducción. 7.2. Trayectorias directas: Mínimos impulsos, elipse heliocéntrica, hipérbola geocéntrica de salida, hipérbola planetocéntrica de llegada. 7.3. Trayectorias asistidas por gravedad.

## Tema 8. GEOMETRÍA DE MISIONES DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA.

8.1. Introducción. 8.2. La esfera celeste. 8.3. Iluminación. 8.4. Trazas. 8.5. Cobertura. 8.6. Visibilidad.

## Tema 9. SUBSISTEMAS DE UN VEHÍCULO ESPACIAL.

9.1. Configuraciones típicas de satélites y sondas. 9.2. Estructura. 9.3. Subsistema de control de actitud. 9.4. Subsistema de control térmico. 9.5. Subsistema de energía. 9.6. Subsistema de comunicaciones. 9.7. Ordenador y manejo de datos.

## 7. PLAN DE TRABAJO

### a) Cronograma.

Semana Nº	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1	Introducción. Tema 1. LM: 2 horas			
2	Tema 2. LM: 2 horas			
3	Tema 3. LM: 2 horas	PL: 2 horas		
4	Tema 4. LM: 2 horas			
5	Tema 4. LM: 1 hora RPA: 1 hora	PL: 2 horas		
6	Tema 5. LM: 1 hora RPA: 1 hora			
7	Tema 5. LM: 1 hora RPA: 1 hora	PL: 2 horas		

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
8	Tema 6. LM: 1 hora RPA: 1 hora			
9	Tema 6. Tema 7. LM: 2 horas			POPF: Examen parcial
10	Tema 7. LM: 1 hora RPA: 1 hora			
11	Tema 8. LM: 1 hora RPA: 1 hora			
12	Tema 8. LM: 1 hora RPA: 1 hora			
13	Tema 9 LM: 1 hora RPA: 1 hora			
14				EP: Informe de prácticas
15				
16				POPF: Examen final

#### b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS	1,8	0,6	0.24	0,36		

**EP:** EVALUACIÓN DE PROYECTOS/TRABAJOS

**LM:** LECCIÓN MAGISTRAL

**PBL:** APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

**PL:** PRÁCTICAS DE LABORATORIO

**PO:** PRESENTACIÓN ORAL

**POPF:** PRUEBA OBJETIVA PARCIAL/FINAL

**RPA:** RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA

**TP:** TUTORÍAS PROGRAMADAS

\*Otros (especificar):

**PCP:** PARTICIPACIÓN EN CLASES DE PROBLEMAS

## 8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

#### a) Tribunal de Evaluación.

<b>Presidente:</b>	Ana LAVERÓN SIMAVILLA.
<b>Vocal:</b>	Juan Manuel Del CURA VELAYOS
<b>Secretario:</b>	Jeffrey Brent PORTER
<b>Suplente:</b>	Jacobo RODRÍGUEZ OTERO

**b) Actividades de Evaluación.**

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
9	Prueba de Evaluación	POPF	EC	2 h	35%	3.0	CG3, CG9, CE26
14	Evaluación Formativa	EP y PL	EC	-	20%	3.0	CG3, CG9, CE26
16	Prueba de Evaluación	POPF	EC	1.5 h	40%	3.0	CG3, CG9, CE26
			SEF	3 h	100%	5.0	
1-13	Evaluación Formativa	PCP	EC	-	5%	-	CG3, CG9, CE26

**c) Criterios de Evaluación.**

El estudiante podrá voluntariamente optar, según la normativa UPM, por evaluación continuada o evaluación en el examen final ordinario, 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.

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.

Sistema de calificación por EVALUACIÓN CONTINUA: se consideran las prácticas de laboratorio, la participación en las clases de problemas, el examen parcial y el examen final. Como parte de prácticas de laboratorio los alumnos realizarán un trabajo en grupo, y entregarán un informe y el código desarrollado para resolver la misión de la práctica.

La calificación en la convocatoria ordinaria por EVALUACIÓN CONTINUA se calculará a partir de:

- Si la nota del examen final es mayor o igual que 3.0:
  - 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 y participación en las mismas contará un 20% de la nota final.
  - La participación en las clases contarán un 5% de la nota final.

$$F = 0,35 \text{ parcial} + 0,4 \text{ final} + 0,2 \text{ prácticas} + 0,05 \text{ participación}$$

- 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.

$$F = 0,35 \text{ parcial} + 0,45 \text{ final} + 0,2 \text{ prácticas}$$

- En caso de que la nota obtenida en el examen final sea inferior a 3.0, la calificación final será la del examen final.
- Para aprobar la asignatura, deberá obtenerse una calificación total igual o superior a 5.0 y superior a 3.0 en el examen final.

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

## 9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	Tipo	Observaciones
Guiones 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.
J. WERTZ & W. LARSON. "Space Mission Analysis and Design".	Bibliografía	
J.R. WERTZ. "Orbit and Constellation Design and Management".	Bibliografía	
C. D. BROWN. "Elements of Spacecraft Design".	Bibliografía	
D. VALLADO. "Fundamentals of Astrodynamics and Applications".	Bibliografía	
V. L. PISACANE Y R.C. MOORE. "Fundamentals of Space Systems".	Bibliografía	
P. FORTESCUE, G. SWINERD Y J. STARK. "Spacecraft Systems Engineering".	Bibliografía	
G. P. SUTTORN Y O. BIBLARZ. "Rocket Propulsion Elements".	Bibliografía	
R. R. BATE, D. D. MUELLER Y J. E. WHITE. "Fundamentals of Astrodynamics".	Bibliografía	
J.R. WERTZ. "Spacecraft Attitude Determination and Control".	Bibliografía	
P. C. HUGHES. "Spacecraft Attitude Dynamics".	Bibliografía	
LOUIS J. IPPOLITO Y JR., VAN NOSTRAND-REINHOLD. "Radiowave Propagation in Satellite Communications".	Bibliografía	
M. R. PATEL. "Spacecraft power systems".	Bibliografía	
D.G. GILMORE. "Spacecraft Thermal Control Handbook Volume 1: Fundamental Technologies".	Bibliografía	
M. DONABEDIAN. "Spacecraft Thermal Control Handbook Volume Cryogenics".	Bibliografía	

Descripción	Tipo	Observaciones
<p>Espacio MOODLE de la asignatura  <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a></p>	Recursos Web	<p>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.</p>
Laboratorio	Equipamiento	<p>En el laboratorio los alumnos dispondrán del material e instrumentos necesarios para realizar las prácticas programadas de la asignatura.</p>

## 10. OTRA INFORMACIÓN

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.