



- 1. Código:** 14278 **Nombre:** Órbitas, satélites y relatividad
- 2. Créditos:** 4,50 **--Teoría:** 2,25 **--Prácticas:** 2,25 **Carácter:** Optativo
- Titulación:** 160-Grado en Ingeniería Aeroespacial
- Módulo:** 9-Módulo de Optatividad **Materia:** 33-Optativas
- Centro:** E.T.S. DE INGENIERIA AEROESPACIAL Y DISEÑO INDUSTRIAL

- 3. Coordinador:** Herrero Debón, Alicia
Departamento: MATEMÁTICA APLICADA

4. Bibliografía

Orbital mechanics for engineering students	Curtis, Howard D.
Orbital mechanics	Chobotov, Vladimir A
Satellites : orbits and missions	Capderou, Michel
Lecciones breves sobre mecánica orbital	Moraño Fernández, José Antonio
GNSS, Global Navigation Satellite Systems : GPS, GLONASS, Galileo, and more	Hofmann-Wellenhopf, Bernhard Lichtenegger, Herbert Wasle, Elmar
Computational space flight mechanics	Weiland, Claus
Artificial Satellites and How to Observe Them [electronic resource]	Schmude, Jr., Richard.
Understanding space : an introduction to astronautics	Sellers, Jerry Jon Larson. Wiley J Astore, William J Giffen, Robert B Kirkpatrick, Douglas
De la relativité au GPS : quand Einstein s'invite dans votre voiture	Spagnou, Pierre

5. Descripción general de la asignatura

Objetivos de la asignatura

La asignatura consta de tres bloques:

En el primero de ellos se estudian los contenidos necesarios para comprender el funcionamiento del movimiento orbital. Para ello se comienza por reconocer y distinguir los sistemas de referencia y de tiempos utilizados más frecuentemente en la dinámica orbital. A continuación se estudian la forma y el movimiento en los diferentes tipos de órbitas. La posición y el movimiento se determinan tanto a partir de los elementos clásicos como por integración de los vectores posición y velocidad. Una vez conocidos los tipos de órbitas y sus propiedades se analiza cómo afectan algunos elementos terrestres (achatamiento, atmósfera,...) a las órbitas y se presentan algunos ejemplos de satélites que aprovechan estos efectos.

El segundo bloque presenta los diferentes tipos de satélites existentes y cómo leer y usar sus datos orbitales en el formato internacional TLE (Two Line Elements). Se presentan las principales diferencias entre las distintas constelaciones de satélites de navegación (GPS, GLONASS, Galileo,...) y también se estudia la cobertura y visibilidad de los satélites y su representación junto con las órbitas en Groundtracks.

Finalmente en el último bloque se hace una introducción a la Teoría de la Relatividad y cómo ésta puede afectar a los satélites y más en concreto a los GNSS.

El sistema de trabajo se centra en la aplicación práctica (con ordenador) de los conceptos necesarios para realizar cada tarea. Además, para comprender y visualizar las órbitas, se utiliza software de simulación.

Contextualización de la asignatura

Los contenidos desarrollados en esta asignatura pretenden formar al ingeniero aeroespacial en conceptos relacionados con el espacio, complementando así los adquiridos en otras asignaturas cursadas anteriormente como Física y Tecnología Aeroespacial, entre otras. Esta optativa abre al estudiantado un área de trabajo que puede resultarle de utilidad en su futuro profesional pudiendo así cubrir mayores ofertas laborales.

6. Conocimientos recomendados

- (11871) Matemáticas I
- (11872) Matemáticas II

7. Resultados

Resultados fundamentales

33E(ES) Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fenómenos físicos del vuelo, sus cualidades y su control, las fuerzas aerodinámicas, y propulsivas, las actuaciones, a estabilidad

8. Unidades didácticas

1. Órbitas
 1. Sistemas de coordenadas

Document signat electrònicament per Documento firmado electrónicamente por Electronically signed document by	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Data/Fecha/Date 03/06/2025	1 / 3	
Autenticitat verificable mitjançant Codi Segur Verificació Autenticidad verificable mediante Código Seguro Verificación Original document can be verified by Secure Verification Code		ALUJDK8OND8 https://sede.upv.es/eVerificador		



8. Unidades didácticas

2. Sistemas de tiempo
3. Problema de dos cuerpos: Ecuaciones y tipos de órbitas
4. Posición orbital en función del tiempo: Anomalías
5. Órbitas en 3D: Elemento vs Vector estado
6. Efectos del achatamiento terrestre: Órbitas apropiadas
2. Satélites
 1. Clasificaciones: Tamaño, función, posición
 2. Datos: Two Line Elements (TLE)
 3. Cobertura y visibilidad de un satélite. Groundtracks
 4. Satélites de Navegación: GPS, GLONASS, BDS y Galileo
3. Relatividad
 1. Principios de la relatividad
 2. Transformación de Lorentz
 3. Dilatación del tiempo, Doppler de 2º orden, Relación de Masas
 4. Efectos relativistas para GNSS

9. Método de enseñanza-aprendizaje

<u>UD</u>	<u>TA</u>	<u>SE</u>	<u>PA</u>	<u>PL</u>	<u>PC</u>	<u>PI</u>	<u>EVA</u>	<u>TP</u>	<u>TNP</u>	<u>TOTAL HORAS</u>
1	13,50	--	--	13,50	--	--	1,00	28,00	49,00	77,00
2	4,50	--	--	4,50	--	--	0,50	9,50	19,50	29,00
3	4,50	--	--	4,50	--	--	0,50	9,50	19,50	29,00
TOTAL HORAS	22,50	--	--	22,50	--	--	2,00	47,00	88,00	135,00

UD: Unidad Didáctica. TA: Teoría de Aula. SE: Seminario. PA: Práctica de Aula. PL: Práctica de Laboratorio. PC: Práctica de Campo. PI: Práctica de Informática. EVA: Actividades de Evaluación. TP: Trabajo Presencial. TNP: Trabajo No Presencial.

10. Evaluación

<u>Descripción</u>	<u>Nº Actos</u>	<u>Peso (%)</u>
(05) Trabajos académicos	1	23
(15) Prueba práctica de laboratorio/campo/informática/aula	8	24
(14) Prueba escrita	4	53

La evaluación será una combinación entre formativa (mediante la realización de actividades periódicamente) y sumativa de las pruebas realizadas.

Los alumnos realizarán un trabajo/proyecto académico (TA) a desarrollar en grupo que se defenderá al final de la asignatura. Este trabajo y la exposición tendrán un peso de un 23%.

Se realizarán 4 actos de evaluación dentro del sistema "prueba escrita". Estos actos se distribuirán en 2 tests de conceptos, el primero (T1) con un peso de un 7,5% y el segundo (T2) con un peso de 3,5%, y 2 pruebas con unos problemas a resolver, el primero (P1) con un peso de un 28% y el segundo (P2) con un peso de un 14%.

Los actos de evaluación relacionados con el sistema "prueba práctica de informática/aula" (Pli, i=1,..., 8) se irán realizando a los largo del cuatrimestre, teniendo cada uno un peso de 3%.

Así, la nota final se calculará como:

$$\text{NOTA FINAL} = \text{TA} \cdot 0,23 + \text{T1} \cdot 0,075 + \text{T2} \cdot 0,035 + \text{P1} \cdot 0,28 + \text{P2} \cdot 0,14 + \text{Suma}(\text{Pli} \cdot 0,03, i=1, \dots, 8)$$

El alumnado que cumpla con el mínimo de asistencia presencial podrá presentarse a pruebas complementarias que le permitan volver a ser evaluado. En este sentido serán recuperables todos los actos de evaluación del sistema de evaluación de "prueba escrita" y de "prueba práctica de informática/aula". La recuperación de cada acto será similar a lo especificado en el sistema de evaluación descrito anteriormente.

Para el alumnado exento de la obligación de asistencia a actividades presenciales se elaborará un plan de evaluación alternativo según el reconocimiento de exención aprobado.

Se recuerda que en los actos de evaluación se seguirán las normas básicas de comportamiento y ética aprobadas en la Permanente de la Junta de Escuela.

Document signat electrònicament per Documento firmado electrónicamente por Electronically signed document by	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Data/Fecha/Date 03/06/2025	2 / 3
Autenticitat verificable mitjançant Codi Segur Verificació Autenticidad verificable mediante Código Seguro Verificación Original document can be verified by Secure Verification Code		ALUJDK8OND8 https://sede.upv.es/eVerificador	





11. Porcentaje máximo de ausencia

<u>Actividad</u>	<u>Porcentaje</u>	<u>Observaciones</u>
Teoría Aula	15	
Teoría Seminario	0	
Práctica Aula	0	
Práctica Laboratorio	0	
Práctica Informática	15	
Práctica Campo	0	

