



## Guía docente

# 300421 - SE-OAT - Sistemas Espaciales

Última modificación: 02/03/2016

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels

**Unidad que imparte:** 720 - FA - Departamento de Física Aplicada.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA DE AERONAVEGACIÓN (Plan 2010). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2014

**Créditos ECTS:** 6.0

**Idiomas:** Catalán, Castellano, Inglés

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

**Otros:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

## CAPACIDADES PREVIAS

- Operatividad con los conceptos, magnitudes y leyes básicas de la Física y principios de conservación, contenidos a la asignatura Física 1A.
- Operatividad en el cálculo diferencial e integral, y en el cálculo con números complejos, contenidos en la asignatura Calculo 1A.
- Operatividad con estructuras algebraicas, ecuaciones diferenciales ordinarias, espacios vectoriales y matrices, contenidos en la asignatura Algebra Lineal y Aplicaciones 1B.
- Operatividad con funciones de distribución de probabilidad y datos estadísticos, contenidos en la asignatura de Probabilidad y Estadística 2A
- Operatividad con las magnitudes básicas y principios de la Termodinámica así como el comportamiento físico de fluidos y gases en diferentes condiciones de presión y temperatura contenidos en las asignaturas de Termodinámica 1B y Mecánica de Fluidos 2A
- Capacidad para realizar programas de aplicaciones en lenguaje Matlab/Octave o C#, contenidos en las asignaturas de Informática 1A y 1B.

## REQUISITOS

- Pre-requisitos: Fundamentos de Física, Mecánica, Cálculo, Álgebra y Geometría, Termodinámica, Mecánica de Fluidos, Ampliación de Matemáticas, Informática 1 y 2
- Co-requisitos: Fundamentos de Comunicación, Ciencia y Tecnología de los Materiales, Estructuras y Resistencia de Materiales.

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

### Específicas:

16. CE 19 AERO. Conocimiento aplicado de: la ciencia y tecnología de los materiales; mecánica y termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica y mecánica del vuelo; sistemas de navegación y circulación aérea; tecnología aeroespacial; teoría de estructuras; transporte aéreo; economía y producción; proyectos; impacto ambiental. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)

### Genéricas:

7. GESTIÓN DE PROYECTOS - Nivel 1: Conocer herramientas de gestión de proyectos llevando a cabo las diferentes fases del proyecto establecidas por el profesor.
8. GESTIÓN DE PROYECTOS - Nivel 2: Definir los objetivos de un proyecto bien definido, de alcance reducido, y planificar su desarrollo, determinando los recursos necesarios, tareas a realizar, reparto de responsabilidades e integración. Utilizar adecuadamente herramientas de soporte a la gestión de proyectos.
9. GESTIÓN DE PROYECTOS - Nivel 3: Definir los objetivos de un proyecto extenso y abierto, de carácter multidisciplinar. Planificar tareas y recursos necesarios, realizar el seguimiento y la integración de las partes. Evaluar los resultados intermedios y finales, replanteando los objetivos si fuera necesario.



**Transversales:**

1. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 1: Llevar a cabo tareas encomendadas en el tiempo previsto, trabajando con las fuentes de información indicadas, de acuerdo con las pautas marcadas por el profesorado.
2. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 2: Llevar a cabo las tareas encomendadas a partir de las orientaciones básicas dadas por el profesorado, decidiendo el tiempo que se necesita emplear para cada tarea, incluyendo aportaciones personales y ampliando las fuentes de información indicadas.
3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.
4. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA - Nivel 1: Planificar la comunicación oral, responder de manera adecuada a las cuestiones formuladas y redactar textos de nivel básico con corrección ortográfica y gramatical.
5. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA - Nivel 2: Utilizar estrategias para preparar y llevar a cabo las presentaciones orales y redactar textos y documentos con un contenido coherente, una estructura y un estilo adecuados y un buen nivel ortográfico y gramatical.
6. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA - Nivel 3: Comunicarse de manera clara y eficiente en presentaciones orales y escritas adaptadas al tipo de público y a los objetivos de la comunicación utilizando las estrategias y los medios adecuados.
10. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.
11. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.
12. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 2: Contribuir a consolidar el equipo planificando objetivos, trabajando con eficacia y favoreciendo la comunicación, la distribución de tareas y la cohesión.
13. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 3: Dirigir y dinamizar grupos de trabajo, resolviendo posibles conflictos, valorando el trabajo hecho con las otras personas y evaluando la efectividad del equipo así como la presentación de los resultados generados.
14. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 1: Identificar las propias necesidades de información y utilizar las colecciones, los espacios y los servicios disponibles para diseñar y ejecutar búsquedas simples adecuadas al ámbito temático.
15. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 2: Despues de identificar las diferentes partes de un documento académico y de organizar las referencias bibliográficas, diseñar y ejecutar una buena estrategia de búsqueda avanzada con recursos de información especializados, seleccionando la información pertinente teniendo en cuenta criterios de relevancia y calidad.

## **METODOLOGÍAS DOCENTES**

Las clases de la asignatura serán presenciales y expositivas. El material docente estará compuesto por presentaciones PowerPoint (que obtendrán desde el primer día) y enlaces en páginas web de especial relevancia. También se hará uso de software como SaTrak (cálculo y representación de órbitas) y una introducción al programa STK (diseño avanzado de misiones espaciales). El trabajo en grupo será una de las características esenciales de la asignatura, puesto que los alumnos tendrán que diseñar uno de los subsistemas de un satélite espacial y exponer su trabajo al final de curso.

La expresión oral y escrita se trabajará explícitamente en las sesiones de AD de problemas (discusión de los métodos empleados y resolución de problemas en la pizarra) y en el proyecto. El aprendizaje autónomo se guiará mediante textos e información en páginas web sobre conceptos teóricos de la asignatura y/o vídeos explicativos. El proyecto también será una herramienta de trabajo de aprendizaje autónomo puesto que los estudiantes tendrán que adquirir conocimientos mas allá de lo explicado en las clases de teoría y realizar gran parte del proyecto de manera autónoma. Estas tres competencias genéricas se evaluarán en las diferentes actividades de evaluación en que están implicadas (ver la descripción detallada de las AVV1-4).

Se realizarán varias actividades no obligatorias, como por ejemplo la observación de satélites desde tierra -en especial los de la familia Iridium y la International Space Station- y la visita a empresas del sector aeroespacial de nuestro entorno inmediato.

## **OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Al acabar la asignatura el estudiante/a tiene que ser capaz de:

- Identificar los drivers de una misión.
- Evaluar la órbita más apropiada que cumpla los objetivos de una misión espacial.
- Diseñar una primera versión de un satélite cumpliendo con las limitaciones de masa, potencia eléctrica y coste.
- Calcular las características básicas de los diferentes subsistemas de un satélite en función de los requerimientos de la misión.
- Desarrollar una misión partiendo de la definición de los objetivos primarios.
- Comprender el carácter iterativo del diseño de sistemas de ingeniería complejos.
- Trabajar en grupo, evaluar el trabajo propio y el ajeno, y aceptar los puntos de vista ajenos sobre el propio trabajo.



## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	33,0	22.00
Horas actividades dirigidas	33,0	22.00
Horas aprendizaje autónomo	84,0	56.00

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### 1. Mecánica orbital

#### Descripción:

- Principios de Newton y ley de la gravitación universal.
- El problema de los dos cuerpos restringido.
- Órbitas elípticas, parabólica e hiperbólicas. Velocidad de escape.
- Elementos orbitales clásicos.
- Perturbaciones: efectos de la alta atmósfera, presión de radiación, tercer cuerpo.
- Maniobras orbitales. Órbitas interplanetarias.

#### Actividades vinculadas:

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
  - AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

#### Dedicación:

Grupo grande/Teoría: 6h

Actividades dirigidas: 6h

Aprendizaje autónomo: 15h

### 2. Aplicaciones de satélites

#### Descripción:

- Comunicaciones.
- Observación de la Tierra. Meteorología.
- Posicionamiento global: GPS, Glonass y Galileo.
- Satélites militares.
- Satélites científicos.

#### Actividades vinculadas:

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
  - AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

#### Dedicación:

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

Actividades dirigidas: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 6h



### 3. Diseño de satélites

**Descripción:**

Proceso de diseño de los satélites.

- Fases de una misión espacial. Requerimientos y ensayos.
- Los subsistemas de un satélite. Sinergias, interrelaciones y competencia entre subsistemas.

**Actividades vinculadas:**

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
- AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

**Dedicación:** 7h

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Actividades dirigidas: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 4h

### 4. Vectores de lanzamiento

**Descripción:**

- Ecuación de Tsiolkovsky.
- Toberas y cámaras de combustión. Cohetes multifase.
- Dinámica de los lanzadores.
- Cohetes de combustible sólido, líquido e híbrido. Otros tipos de propulsión: cohetes iónicos y nucleares.

**Actividades vinculadas:**

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
- AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

**Dedicación:** 11h

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

Actividades dirigidas: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 6h

### 5. El subsistema de estructura

**Descripción:**

- Materiales estructurales.
- Fase de lanzamiento.
- Efectos del espacio. Whipple Bumper.

**Actividades vinculadas:**

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
- AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

**Dedicación:** 12h

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

Actividades dirigidas: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 7h



## 6. El subsistema de potencia

### Descripción:

- Determinación de la potencia requerida.
- Fuentes de potencia. Baterías. Sistemas fotovoltaicos. Pilas de combustible. Sistemas nucleares pasivos y activos.

### Actividades vinculadas:

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
- AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

### Dedicación:

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Actividades dirigidas: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 4h

## 7. El subsistema de control térmico

### Descripción:

- El medio ambiente espacial. Ecuación de balance térmico. Modelos térmicos matemáticos.
- Sistemas pasivos: absorbancia y emitància de las superficies.
- Sistemas activos: torres de transferencia del calor, persianas.

### Actividades vinculadas:

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
- AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

### Dedicación:

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

Actividades dirigidas: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 7h

## 8. El subsistema de soporte vital: vuelos tripulados

### Descripción:

- Habitabilidad en entornos cerrados.
- Control de los gases atmosféricos. Temperatura y humedad.
- Gravedad artificial.
- Protección contra la radiación ionizante.

### Actividades vinculadas:

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
- AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

### Dedicación:

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Actividades dirigidas: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 4h



## 9. El subsistema de determinación y control de órbita y actitud

### Descripción:

- Momentos de inercia: el satélite como cuerpo rígido. Ecuaciones de Euler.
- Sesgo en los momentos
- Sensor de limbo terrestre, sensores solares y estelares.
- Giroscopios, magneto-torquers. Estabilización por gradiente gravitatorio.

### Actividades vinculadas:

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
  - AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

### Dedicación: 12h

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

Actividades dirigidas: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 7h

## 10. El subsistema de comunicaciones

### Descripción:

- La ecuación del enlace. Antenas direccionales y omnidireccionales.
- Compresión de datos.
- Housekeeping y telemetría.
- Estaciones terrestres.

### Actividades vinculadas:

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
  - AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

### Dedicación: 22h

Grupo grande/Teoría: 5h

Actividades dirigidas: 5h

Aprendizaje autónomo: 12h

## 11. El subsistema de computación

### Descripción:

- Entorno de radiación terrestre. SEUs y Latch-ups.
- Requerimientos computacionales
- Electrónica cualificada para el espacio.

### Actividades vinculadas:

- AV1: Actividades dirigidas sobre aplicaciones prácticas
  - AV2: Proyecto de aplicación de los Sistemas Espaciales
- AV3 y 4: Exámenes de medio cuatrimestre y de final de cuatrimestre.

### Dedicación: 22h

Grupo grande/Teoría: 5h

Actividades dirigidas: 5h

Aprendizaje autónomo: 12h



## ACTIVIDADES

### (AV1): ACTIVIDADES DIRIGIDAS DE APLICACIONES PRÁCTICAS

**Dedicación:** 60h

Actividades dirigidas: 23h

Aprendizaje autónomo: 37h

### (AV2): PROYECTO DE APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS ESPACIALES

**Dedicación:** 40h

Actividades dirigidas: 10h

Aprendizaje autónomo: 30h

### (AV3): EXAMEN DE MEDIO CUATRIMESTRE

**Dedicación:** 8h

Aprendizaje autónomo: 8h

### (AV4): EXAMEN FINAL DE CUATRIMESTRE

**Dedicación:** 8h

Aprendizaje autónomo: 8h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La nota final se obtendrá a partir de:

- Dos exámenes parciales de teoría y problemas (medio y final de cuatrimestre): 40%
- Proyecto: 40%
- Entregables de problemas y programas: 10%
- Actitud y participación: 10%

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Todas las actividades de evaluación propuestas son obligatorias. Un examen, entregable o proyecto no presentado se puntuará con una nota de cero. Los exámenes se realizarán de manera individual. Los entregables de problemas y el proyecto se realizarán en grupo.

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**

- Wertz, James R.; Larson, Wiley J. Space mission analysis and design. 3a ed. Dordrecht: Ed. Kluwer Academic, 1999. ISBN 9781881883104.
- Fortescue, Peter W.; Stark, John; Swinerd, Graham. Spacecraft systems engineering [Recurs electrònic] [en línia]. 4th ed. Hoboken : Ed. Wiley, 2011 Disponible a : <http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10494538&p00=spacecraft%20systems%20engineering>. ISBN 9781119971016.

**Complementaria:**

- Messerschmid, E.; Bertrand, R. Space stations: systems and utilization. Berlin: Ed. Springer, 1999. ISBN 354065464X.



- Heinz Hermann, K. Handbook of astronautical engineering. New York: Ed. McGraw-Hill, 1961.
- Thomson, William T. Introduction to space dynamics. New York: Ed. Dover, 1986. ISBN 0486651134.
- Sutton, George P.; Biblarz, O. Rocket propulsion elements. 7a ed. New York: Ed. John Wiley & Sons, 2001. ISBN 0471326429.