

Guía docente

300526 - ESA - Ingeniería de Sistemas de Astronaves

Última modificación: 29/06/2026

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

Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física.

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA DE SATÉLITES (Plan 2024). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2026

Créditos ECTS: 5.0

Idiomas: Inglés

PROFESORADO

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

Otros: Definit a la infoweb de l'assignatura.

CAPACIDADES PREVIAS

La asignatura de Ingeniería de Sistemas de Astronaves (Spacecraft Systems Engineering) es una disciplina integradora que requiere de unos conocimientos básicos consolidados en materias cursadas anteriormente. Para cursar esta asignatura con éxito, se recomienda tener nociones de las siguientes áreas:

- Física y Termodinámica: Mecánica clásica del sólido rígido y conceptos muy básicos de transferencia de calor (conducción y radiación).
- Competencias Matemáticas: Álgebra lineal aplicada (vectores y matrices), cálculo diferencial e integral, y métodos de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO).
- Señales y Sistemas: Conceptos fundamentales de señales continuas y discretas, sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI) y análisis frecuencial básico.
- Fundamentos de Telecomunicaciones y Electrónica: Propagación básica de ondas, cálculo elemental de balance de enlace (link budget) y circuitos eléctricos básicos de corriente continua y de corriente alterna.
- Programación: Capacidad de programación a nivel de usuario para implementar simulaciones numéricas sencillas (por ejemplo, en Python, MATLAB o entornos similares).

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura se desarrolla mediante una estrategia de aprendizaje activo basada en las siguientes actividades de trabajo:

- Clases de teoría (Lectures): Sesiones expositivas sobre los fundamentos de la ingeniería de sistemas espaciales bajo el estándar ESA/ECSS y la arquitectura de los 9 subsistemas clave de la astronave.
- Clases prácticas y de laboratorio (Practical Labs): Sesiones guiadas de modelado y simulación numérica de subsistemas (bucle de control de actitud, balance térmico y balance de enlace) utilizando MATLAB o Python.
- Proyecto de diseño (Project-Based Learning - PBL): Trabajo en equipo para el diseño conceptual de una misión CubeSat, integrando el diseño de subsistemas, los presupuestos del sistema (system budgets) y las matrices de verificación (VCM).
- Trabajo autónomo: Estudio personal, resolución de problemas de ingeniería de diseño y preparación de los entregables del proyecto.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al final de esta asignatura, el estudiante será capaz de:

- Explicar el ciclo de vida de un proyecto espacial según los estándares de la ESA/ECSS (Fases A-F) y describir los hitos de revisión clave (CoR, PDR, CDR).
- Establecer y balancear de manera consolidada los presupuestos del sistema (system budgets) de masa, potencia eléctrica, enlace RF y propelente para una misión CubeSat.
- Evaluar el impacto del entorno espacial y de lanzamiento sobre el diseño térmico, mecánico y eléctrico del satélite.
- Diseñar y simular mediante software (MATLAB o Python) un bucle de control de retroalimentación de actitud (ADCS) y un modelo de equilibrio térmico simplificado.
- Seleccionar y justificar de manera crítica los componentes comerciales (COTS) adecuados para cada subsistema en función de los requisitos de la misión.
- Redactar una propuesta de diseño conceptual completa para una misión de satélite pequeño, aplicando el pensamiento crítico en la gestión de riesgos y márgenes de diseño.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	70,0	56.00
Horas grupo grande	55,0	44.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Diseño de la Misión, Órbitas y Lanzadores

Descripción:

Este bloque introduce los conceptos fundamentales de la ingeniería de sistemas espaciales y el ciclo de vida completo de la misión. Cubre la gestión de la documentación y la evaluación de la misión en el contexto de los estándares ESA/ECSS. Los estudiantes participarán en prácticas de diseño concurrente y análisis de la misión para proyectos CubeSat. Además, profundiza en la dinámica de satélites, diseño y mantenimiento de órbitas. Finalmente, explora las características y entornos de diversos vehículos de lanzamiento utilizados para situar la nave en su órbita objetivo.

Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 5h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 5h 30m

Aprendizaje autónomo: 14h

Subsistemas de Plataforma y Control

Descripción:

Este bloque se centra en el núcleo físico y dinámico de la nave espacial. Cubre el diseño de la estructura y mecanismos, incluyendo sistemas desplegables y rutas de carga. Un enfoque principal es la determinación y control de actitud (ADCS), incluyendo cinemática, sensores, actuadores y lazos de control. También introduce los sistemas de propulsión espacial para maniobras orbitales, así como los sistemas de control térmico necesarios para sobrevivir a las variaciones extremas de temperatura en el espacio.

Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 5h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 5h 30m

Aprendizaje autónomo: 14h

Aviónica y Sistema de Potencia

Descripción:

Este bloque detalla los sistemas centrales eléctricos y computacionales del satélite. Proporciona un estudio exhaustivo del sistema de potencia eléctrica (EPS), incluyendo la generación solar y el almacenamiento en baterías. Además, examina a fondo las arquitecturas del ordenador de a bordo y manejo de datos (OBDH/C&DH), abordando la redundancia de hardware, mitigación de radiación, buses de datos estándar y software de vuelo en tiempo real.

Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 5h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 5h 30m

Aprendizaje autónomo: 14h

Comunicaciones y Operaciones

Descripción:

Este bloque conecta la nave espacial con la Tierra cubriendo la arquitectura completa de comunicaciones RF, el diseño de antenas y el cálculo del balance de enlace (link budget). Aborda específicamente los sistemas de seguimiento, telemetría y telecomando (TT&C) requeridos para operar el satélite de forma segura. Finalmente, analiza la arquitectura y funciones del segmento terrestre y de usuario, incluyendo las estaciones terrenas y los centros de control de la misión.

Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 5h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 5h 30m

Aprendizaje autónomo: 14h

Ciclo de Vida, Fabricación y Fiabilidad

Descripción:

El bloque final sintetiza el proceso de ingeniería observando las fases de gestión de proyectos y realización física. Cubre las complejidades de la fabricación de naves espaciales, fiabilidad y modelado de costes, enfatizando cómo las decisiones de diseño a nivel de sistema impactan el presupuesto y la vida útil de la misión. Esto también incluye las campañas de Ensamblaje, Integración y Pruebas (AIT/AIV) ambientales antes del lanzamiento.

Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 5h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 5h 30m

Aprendizaje autónomo: 14h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el [Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC](#).

Definido a la infoweb de la asignatura.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Inalterabilidad de la Evaluación Continua: Las actividades de evaluación continua desarrolladas durante el cuatrimestre (Proyecto de Diseño PBL, entregas de deberes, tutoriales y ejercicios prácticos) no son reevaluables bajo ningún concepto. Por lo tanto, los estudiantes conservarán la nota obtenida en estos conceptos durante el curso.

Sustitución de Calificaciones de Exámenes: El estudiantado que no supere la asignatura durante la evaluación ordinaria tendrá derecho a un examen de reevaluación. La nota de este examen de reevaluación sustituirá la calificación obtenida en el Examen Parcial (MQ) y/o en el Examen Final (FQ), siempre que la nota de reevaluación sea superior.

Limitación de Calificación Màxima: La nota máxima global de la asignatura que se puede obtener tras realizar el examen de reevaluación es de 5.0 (Aprobado).

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Fortescue, Peter W.; Stark, John P. W.; Swinerd, Graham. Spacecraft systems engineering [en línea]. 4th ed. Chichester ; New York: Wiley, cop. 2011 [Consulta: 26/06/2026]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pg-origsite=primo&docID=693314>. ISBN 9780470750124.
- Wertz, James Richard; Everett, David F; Puschell, Jeffery J. Space mission engineering : the new SMAD. Torrance: Microcosm Press, 2011. ISBN 9781881883159.