

## 19611 - SSE - Ingeniería de Sistemas Espaciales

Unidad responsable: 300 - EETAC - Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels  
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física  
Curso: 2018  
Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AEROESPACIALES (Plan 2015). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 5 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: Defined in the course webpage at the EETAC website.

Otros: Defined in the course webpage at the EETAC website.

### Capacidades previas

- Operatividad con los conceptos, magnitudes y leyes básicas de la Física y sus principios de conservación.
- Operatividad en el cálculo diferencial e integral, y en el cálculo con números complejos.
- Operatividad con estructuras algebraicas, ecuaciones diferenciales ordinarias, espacios vectoriales y matrices.
- Operatividad con funciones de distribución de probabilidad y datos estadísticos.
- Operatividad con las magnitudes básicas y principios de la Termodinámica así como el comportamiento físicos de fluidos y gases en diferentes condiciones de presión y temperatura.
- Capacidad para realizar programas de aplicaciones en lenguaje Matlab / Octave o C # o similares.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Básicas:

CB6. CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7. CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB9. CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10. CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Específicas:

CE5 MAST. (CAST) (ENG) CE5: Aplicar la ingeniería de sistemas en el entorno aeroespacial para el diseño y la gestión de los distintos aspectos tecnológicos asociados a una misión.

Transversales:

CT1b. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i.

CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

## 19611 - SSE - Ingeniería de Sistemas Espaciales

### Metodologías docentes

Las clases de la asignatura serán presenciales y expositivas. El material docente estará compuesto por presentaciones PowerPoint (que podrán obtener desde el primer día) y enlaces a páginas web de especial relevancia. También se hará uso de software como SaTrak -cálculo y representación de órbitas-. El trabajo en grupo será una de las características esenciales de la asignatura, ya que los alumnos deberán hacer un proyecto diseñando a nivel básico los subsistemas de una misión espacial y hacer su exposición al final de curso.

En particular, las metodologías docentes aplicadas durante el curso serán:

MD1: Clase magistral

MD2: Clase expositiva participativa

MD4: Aprendizaje basado en problemas / proyectos

MD5: Trabajo autónomo

MD6: Trabajo cooperativo

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

1. Evaluar la mejor órbita según los requerimientos de la misión.
2. Diseñar el prototipo de un satélite.
3. Realizar estimaciones básicas sobre los diferentes subsistemas y sus características.
4. Desarrollar la fase inicial de una misión en base a unos objetivos definidos.
5. Conocimiento sobre el diseño de sistemas complejos.
6. Trabajar en equipo, evaluar el trabajo propio y de otros.
7. Aceptar revisiones y realizar auto-análisis.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

Dedicación total: 125h	Horas grupo grande:	45h	36.00%
	Horas grupo mediano:	0h	0.00%
	Horas grupo pequeño:	0h	0.00%
	Horas actividades dirigidas:	0h	0.00%
	Horas aprendizaje autónomo:	80h	64.00%

## 19611 - SSE - Ingeniería de Sistemas Espaciales

### Contenidos

<p>1. Análisis de una Misión y Diseño Conceptual</p>	<p>Dedicación: 12h 42m Grupo grande/Teoría: 4h 30m Aprendizaje autónomo: 8h 12m</p>
<p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visión general del análisis de una misión</li> <li>2. Arquitectura de una misión espacial. Fases en el diseño de una misión: estándar ECSS.</li> <li>3. Características de la carga útil de una misión.</li> </ol> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>AFP1: Exposición de contenidos teóricos mediante clases magistrales. AFP6: Elaboración de trabajos cooperativos AFP7: Asistencia a seminarios y conferencias relacionados con la temática de la materia. AFP8: Tutoría.</p> <p>AFN1: Estudio y preparación de los contenidos. AFN2: Realización de ejercicios y trabajos teóricos o prácticos fuera del aula, individualmente o en grupo. AFN3: Realización de proyectos propuestos por los profesores fuera del aula, individualmente o en grupo. AFN4: Preparación y realización de actividades evaluables.</p>	
<p>2. Objetivos de una misión científica. Requerimientos y Tradeoffs</p>	<p>Dedicación: 16h 36m Grupo grande/Teoría: 6h Aprendizaje autónomo: 10h 36m</p>
<p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ciencia desde el Espacio. Ejemplos en astronomía, geología, ciencia de materiales, biología, física fundamental.</li> <li>2. Objetivos científicos generales.</li> <li>3. Características de las cargas útiles científicas.</li> <li>4. Requerimientos de la carga útil. Requerimientos de telescopios espaciales.</li> </ol> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>AFP1: Exposición de contenidos teóricos mediante clases magistrales. AFP2: Exposición de contenidos con participación del estudiante. AFP3: Resolución de problemas, con participación del estudiante. AFP4: Sesiones prácticas de laboratorio individuales o en equipo AFP5: Discusión en el aula de problemas o artículos, realizada por los alumnos y moderada por el profesor/a. AFP6: Elaboración de trabajos cooperativos AFP7: Asistencia a seminarios y conferencias relacionados con la temática de la materia. AFP8: Tutoría.</p> <p>AFN1: Estudio y preparación de los contenidos. AFN2: Realización de ejercicios y trabajos teóricos o prácticos fuera del aula, individualmente o en grupo. AFN3: Realización de proyectos propuestos por los profesores fuera del aula, individualmente o en grupo. AFN4: Preparación y realización de actividades evaluables.</p>	

## 19611 - SSE - Ingeniería de Sistemas Espaciales

<p>3. Órbitas y Entorno Espacial.</p>	<p>Dedicación: 16h 36m Grupo grande/Teoría: 6h Aprendizaje autónomo: 10h 36m</p>
<p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elementos orbitales clásicos y elementos orbitales alternativos.</li> <li>2. Tipos de órbita. Órbitas en función de su centro, altitud, inclinación, excentricidad y sincronismo.</li> <li>3. Operaciones orbitales. Transferencia orbital. Transferencia de Hohmann. Cambio de plano orbital. Rendezvous. Órbita de estacionamiento y órbita de mantenimiento. De-orbit.</li> <li>4. Entorno de lanzamiento. Cobertura terrestre. Estaciones de lanzamiento y seguimiento. Ventanas de lanzamiento. Proceso de diseño orbital.</li> <li>5. Efectos del entorno espacial. Perturbaciones orbitales: gravitacionales, tercer cuerpo, rozamiento atmosférico, presión de radiación solar, campo magnético terrestre.</li> </ol> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>AFP1: Exposición de contenidos teóricos mediante clases magistrales.  AFP2: Exposición de contenidos con participación del estudiante.  AFP3: Resolución de problemas, con participación del estudiante.  AFP4: Sesiones prácticas de laboratorio individuales o en equipo  AFP5: Discusión en el aula de problemas o artículos, realizada por los alumnos y moderada por el profesor/a.  AFP6: Elaboración de trabajos cooperativos  AFP7: Asistencia a seminarios y conferencias relacionados con la temática de la materia.  AFP8: Tutoría.</p> <p>AFN1: Estudio y preparación de los contenidos.  AFN2: Realización de ejercicios y trabajos teóricos o prácticos fuera del aula, individualmente o en grupo.  AFN3: Realización de proyectos propuestos por los profesores fuera del aula, individualmente o en grupo.  AFN4: Preparación y realización de actividades evaluables.</p>	

## 19611 - SSE - Ingeniería de Sistemas Espaciales

<p>4. Detectores</p>	<p>Dedicación: 16h 36m Grupo grande/Teoría: 6h Aprendizaje autónomo: 10h 36m</p>
<p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Tipos de Detectores: fotónicos, térmicos y coherentes. Parámetros relevantes: eficiencia cuántica, ruido, linealidad, rango dinámico, número y tamaño de pixel, tiempo de respuesta, respuesta espectral, ancho de banda.</li> <li>Detectores para la SAA: detectores de partículas de altas energías, rayos X y rayos gamma. Emulsión nuclear y el estudio de partículas de altas energías. Plásticos y meteoritos. Detectores de gas: contadores proporcionales, contador Geiger y cámaras de centelleo. Dispositivos de estado sólido: semiconductores, dispositivos de centelleo, detectores de cristal y detectores Cherenkov.</li> <li>Ejemplo de desarrollo: INTEGRAL, CLAIRE, MAX...</li> </ol> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>AFP1: Exposición de contenidos teóricos mediante clases magistrales.  AFP2: Exposición de contenidos con participación del estudiante.  AFP3: Resolución de problemas, con participación del estudiante.  AFP4: Sesiones prácticas de laboratorio individuales o en equipo  AFP5: Discusión en el aula de problemas o artículos, realizada por los alumnos y moderada por el profesor/a.  AFP6: Elaboración de trabajos cooperativos  AFP7: Asistencia a seminarios y conferencias relacionados con la temática de la materia.  AFP8: Tutoría.</p> <p>AFN1: Estudio y preparación de los contenidos.  AFN2: Realización de ejercicios y trabajos teóricos o prácticos fuera del aula, individualmente o en grupo.  AFN3: Realización de proyectos propuestos por los profesores fuera del aula, individualmente o en grupo.  AFN4: Preparación y realización de actividades evaluables.</p>	

## 19611 - SSE - Ingeniería de Sistemas Espaciales

### 5. Plataforma del satélite.

Dedicación: 16h 36m

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 10h 36m

#### Descripción:

1. Configuración y estructura. Diseño de requerimientos y diseño de proceso.
2. Control térmico. El medio ambiente espacial. Ecuación de balance térmico. Sistemas pasivos: absorción y emisión de las superficies. Sistemas activos: torres de transferencia de calor, persianas.
3. Subsistema de potencia. Fuentes de potencia. Baterías y sistemas fotovoltaicos. Pilas de combustible. Sistemas pasivos y activos.
4. Sistema de computación de la aeronave. Entorno de radiación terrestre: SEUs y Latch-ups. Requerimientos de computación. Electrónica cualificada para el espacio.
5. Propulsión. Sistemas y clasificación. Propulsores químicos y propulsores eléctricos. Propulsión secundaria.
6. Control y determinación de la actitud. Tensor de inercia y ecuación de Euler. Clasificación atendiendo a los requerimientos de control de actitud: satélites estabilizados a 3 ejes, spinners, híbridos. Giróscopos y ruedas de momento. Sensores y actuadores. Sensores de limbo terrestre, solares y estelares. Actuadores por magneto-torquers, propulsores y estabilización por gradiente gravitacional.

#### Actividades vinculadas:

- AFP1: Exposición de contenidos teóricos mediante clases magistrales.  
 AFP2: Exposición de contenidos con participación del estudiante.  
 AFP3: Resolución de problemas, con participación del estudiante.  
 AFP4: Sesiones prácticas de laboratorio individuales o en equipo  
 AFP5: Discusión en el aula de problemas o artículos, realizada por los alumnos y moderada por el profesor/a.  
 AFP6: Elaboración de trabajos cooperativos  
 AFP7: Asistencia a seminarios y conferencias relacionados con la temática de la materia.  
 AFP8: Tutoría.
- AFN1: Estudio y preparación de los contenidos.  
 AFN2: Realización de ejercicios y trabajos teóricos o prácticos fuera del aula, individualmente o en grupo.  
 AFN3: Realización de proyectos propuestos por los profesores fuera del aula, individualmente o en grupo.  
 AFN4: Preparación y realización de actividades evaluables.

## 19611 - SSE - Ingeniería de Sistemas Espaciales

### 6. Comunicaciones

Dedicación: 16h 36m

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 10h 36m

#### Descripción:

1. Arquitectura de Comunicaciones. Estación de Tierra, segmento terrestre, segmento usuario. Telemetría y telecomando.
2. Velocidad de datos. Datos digitales y/o analógicos. Convertidor A/D. Antenas direccionales y omnidireccionales, ganancia, predidas, modulación, frecuencias. Compresión de datos.
3. Diseño del enlace. Tipología: uplink, downlink, crosslink, forward/return link. Criterios de diseño: órbita, espectro de RF, data rate, duty factor, disponibilidad de enlace, tiempo de acceso, etc.
4. Payload Data Handling System. Elementos básicos. Arquitectura de la PDHU. Ejemplos de aplicación: SIXE, GAIA-

#### Actividades vinculadas:

- AFP1: Exposición de contenidos teóricos mediante clases magistrales.
  - AFP2: Exposición de contenidos con participación del estudiante.
  - AFP3: Resolución de problemas, con participación del estudiante.
  - AFP4: Sesiones prácticas de laboratorio individuales o en equipo
  - AFP5: Discusión en el aula de problemas o artículos, realizada por los alumnos y moderada por el profesor/a.
  - AFP6: Elaboración de trabajos cooperativos
  - AFP7: Asistencia a seminarios y conferencias relacionados con la temática de la materia.
  - AFP8: Tutoría.
- 
- AFN1: Estudio y preparación de los contenidos.
  - AFN2: Realización de ejercicios y trabajos teóricos o prácticos fuera del aula, individualmente o en grupo.
  - AFN3: Realización de proyectos propuestos por los profesores fuera del aula, individualmente o en grupo.
  - AFN4: Preparación y realización de actividades evaluables.

## 19611 - SSE - Ingeniería de Sistemas Espaciales

<p>7. Segmento de tierra y usuario</p>	<p>Dedicación: 16h 36m Grupo grande/Teoría: 6h Aprendizaje autónomo: 10h 36m</p>
<p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseño del segmento de tierra y usuario</li> <li>2. Centro de control de la misión. Tareas y elementos. Comité de planificación de operaciones científicas.</li> <li>3. Estándar CCSDS</li> <li>4. Oficina de Control de la Autoridad</li> <li>5. Almacenamiento de datos, explotación y difusión</li> </ol> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>AFP1: Exposición de contenidos teóricos mediante clases magistrales.  AFP2: Exposición de contenidos con participación del estudiante.  AFP3: Resolución de problemas, con participación del estudiante.  AFP4: Sesiones prácticas de laboratorio individuales o en equipo  AFP5: Discusión en el aula de problemas o artículos, realizada por los alumnos y moderada por el profesor/a.  AFP6: Elaboración de trabajos cooperativos  AFP7: Asistencia a seminarios y conferencias relacionados con la temática de la materia.  AFP8: Tutoría.</p> <p>AFN1: Estudio y preparación de los contenidos.  AFN2: Realización de ejercicios y trabajos teóricos o prácticos fuera del aula, individualmente o en grupo.  AFN3: Realización de proyectos propuestos por los profesores fuera del aula, individualmente o en grupo.  AFN4: Preparación y realización de actividades evaluables.</p>	



## 19611 - SSE - Ingeniería de Sistemas Espaciales

8. Gestión de las misiones espaciales	Dedicación: 12h 42m Grupo grande/Teoría: 4h 30m Aprendizaje autónomo: 8h 12m
<p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Estimación del coste.</li><li>2. Consideraciones de política y legislación</li><li>3. Control de calidad</li></ol> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>AFP1: Exposición de contenidos teóricos mediante clases magistrales. AFP2: Exposición de contenidos con participación del estudiante. AFP3: Resolución de problemas, con participación del estudiante. AFP4: Sesiones prácticas de laboratorio individuales o en equipo AFP5: Discusión en el aula de problemas o artículos, realizada por los alumnos y moderada por el profesor/a. AFP6: Elaboración de trabajos cooperativos AFP7: Asistencia a seminarios y conferencias relacionados con la temática de la materia. AFP8: Tutoría.</p> <p>AFN1: Estudio y preparación de los contenidos. AFN2: Realización de ejercicios y trabajos teóricos o prácticos fuera del aula, individualmente o en grupo. AFN3: Realización de proyectos propuestos por los profesores fuera del aula, individualmente o en grupo. AFN4: Preparación y realización de actividades evaluables.</p>	

### Sistema de calificación

Definido en la infoweb de la asignatura.

### Normas de realización de las actividades

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, el proyecto se realizarán en grupo y los entregables de problemas pueden ser tanto en grupo como individuales.

### Bibliografía

#### Básica:

Messerschmid, Ernst; Bertrand, Reinhold. Space stations : systems and utilization. Berlin [etc.]: Springer, cop. 1999. ISBN 354065464X.

Wertz, James Richard; Larson, Wiley J. Space mission analysis and design. 2nd ed. Torrance (California) : Dordrecht: Microcosm ; Kluwer Academic Publishers, cop. 1992. ISBN 0792319982.

#### Complementaria:

Thomson, William Tyrrell. Introduction to space dynamics. New York: Dover, 1986. ISBN 0486651134.

Sutton, George P; Biblarz, Oscar. Rocket propulsion elements. 7th ed. New York: John Wiley & Sons, cop. 2001. ISBN 0471326429.