



60112 - Dinámica de satélites artificiales

Guía docente para el curso 2010 - 2011

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 8.0

Información básica

Profesores

- Luis Miguel Floría Gimeno lfloria@unizar.es
- Alberto José Abad Medina abad@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Actividades y fechas clave de la asignatura

- Fecha de matriculación: La matrícula en la asignatura se realizará en los días designados por la Facultad de Ciencias, de acuerdo con el calendario académico fijado por la misma.
 - Fecha de inicio de la asignatura: La asignatura se iniciará en la fecha decidida por la Facultad de Ciencias para el inicio del curso.
 - Fecha de finalización de la asignatura: La asignatura finalizará en la fecha acordada por la Facultad de Ciencias para la finalización del curso.
-

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:** Es capaz de explicar los fundamentos teóricos, las principales consecuencias y las aplicaciones del movimiento kepleriano (problema del movimiento de dos masas puntuales bajo su mutua atracción gravitatoria, regida por la Ley de Gravitación Universal de Newton, en ausencia de cualquier otra fuerza perturbadora).
- 2:** Comprende y maneja adecuadamente las diferencias entre el movimiento kepleriano puro y el movimiento orbital (movimiento kepleriano perturbado).
- 3:** Es capaz de formular y planificar con rigor modelos simplificados (pero útiles en la práctica) para cada una de las fases de una misión espacial: lanzamiento y puesta en órbita, corrección de la órbita, transferencia a otra

órbita, etc.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

En esta asignatura se analizarán en profundidad los conceptos y resultados fundamentales del movimiento kepleriano, y se presentarán las técnicas básicas que se aplican para el estudio del movimiento orbital (movimiento kepleriano perturbado). Como conclusión y aplicación de lo anterior, se abordará el estudio de los principales aspectos involucrados en el análisis y desarrollo de una misión espacial. La asignatura puede cursarse de forma aislada e independiente de otras materias, en cualquier cuatrimestre (conforme al calendario que establezca la Facultad, y de acuerdo con las necesidades de organización y coordinación de la docencia en las distintas asignaturas del Máster), y sus requisitos previos engloban únicamente conceptos y métodos básicos conocidos por cualquier alumno de Física o Matemáticas.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El conocimiento de la dinámica de los satélites artificiales resulta fundamental para el éxito de cualquier misión espacial. En la actualidad existe un buen número de empresas del sector espacial, tanto en España como en Europa, que requieren de personal con unos sólidos conocimientos en el desarrollo de las diversas facetas de una misión espacial. En esta asignatura se cubre el aspecto orbital de dichas misiones, y se abordan importantes cuestiones de índole teórica y práctica relacionadas con la navegación espacial, de manera que el alumno, al finalizar la asignatura, sea capaz de abordar con una base sólida cualquiera de los problemas tratados por las empresas del sector espacial. Esta asignatura es recomendable para cualquier alumno que sienta interés por este campo de trabajo.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

En esta asignatura se analizarán en profundidad los conceptos y resultados fundamentales del movimiento kepleriano, y se presentarán las técnicas básicas que se aplican para el estudio del movimiento orbital (movimiento kepleriano perturbado). Como conclusión y aplicación de lo anterior, se abordará el estudio de los principales aspectos involucrados en el análisis y desarrollo de una misión espacial. La asignatura puede cursarse de forma aislada e independiente de otras materias, en cualquier cuatrimestre (conforme al calendario que establezca la Facultad, y de acuerdo con las necesidades de organización y coordinación de la docencia en las distintas asignaturas del Máster), y sus requisitos previos engloban únicamente conceptos y métodos básicos conocidos por cualquier alumno de Física o Matemáticas.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Abordar con una base sólida cualquiera de los problemas orbitales tratados por empresas del sector espacial.
- 2:** Analizar los requerimientos orbitales de una misión espacial para que ésta cumpla su cometido.
- 3:** Realizar el análisis de la misión de un satélite artificial, cubriendo todos los aspectos y fases de la misma: lanzamiento, maniobras orbitales, regreso a Tierra, etc.
- 4:** Poder elaborar un diseño básico de misiones interplanetarias.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Aparte del valor formativo intrínseco de los conocimientos concretos sobre la Dinámica de Satélites Artificiales adquiridos en la asignatura, el estudiante contará con los elementos (conceptos, métodos y resultados) teóricos esenciales que le permitirán abordar otras cuestiones más generales y problemas complejos, tanto en el ámbito particular de la Astrodinámica como en el más amplio de la Mecánica Celeste.

Cabe mencionar que entre tales cuestiones y problemas figuran algunas de las que pertenecen a áreas en las que desarrollan su actividad y centran su interés las empresas del sector de la industria aeroespacial y las agencias nacionales e internacionales implicadas en la exploración y observación de la Tierra y de Espacio, tanto en sus aspectos de investigación básica como en los relativos a la investigación aplicada y explotación de sus resultados.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

1: Se llevará a cabo una evaluación continuada, proceso que se realizará por medio de preguntas en clase sobre los temas explicados y la resolución de ejercicios o casos prácticos simplificados por parte de los estudiantes. Esta evaluación continuada supondrá el 60% de la calificación final del estudiante en la asignatura. Este apartado evaluará los resultados de aprendizaje 1 y 2.

2: Se propondrá al alumno la realización de un trabajo que consista en el tratamiento de un problema más largo, completo y realista, en el que se tengan que aplicar conceptos y resultados de todo el programa y que le exija la búsqueda bibliográfica de otros elementos. Dicho trabajo se calificará entre 0 y 10, y supondrá un 40% de la calificación final del estudiante en la asignatura. Esta evaluación abarcará los tres resultados de aprendizaje.

3: **Pruebas para estudiantes no presenciales o aquellos que se presenten en otras convocatorias distintas a la primera**

En principio esta asignatura está concebida para estudiantes presenciales. No obstante, en el caso de que hubiera estudiantes no presenciales o estudiantes que tuvieran que presentarse en sucesivas convocatorias por no haber superado la asignatura en primera convocatoria, éstos realizarían una prueba que consistiría esencialmente en el mismo tipo de ejercicios que los estudiantes presenciales ya habrán ido realizando a lo largo de la asignatura, dado que se trata de pruebas directamente relacionadas con los resultados de aprendizaje previstos para la asignatura. Los ejercicios se realizarán en un solo día y constarán de una prueba o examen teórico-práctico sobre los temas desarrollados durante el curso (ver contenidos en la sección "Actividades de aprendizaje programadas"). Día del examen: en el periodo establecido para exámenes por la Facultad de Ciencias. Tiempo disponible: 4 horas. Valoración: de cero a diez.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Esta asignatura consta de dos partes o acciones formativas diferenciadas. La primera acción formativa se orienta hacia la

adquisición de conocimientos fundamentales de Astrodinámica y Mecánica Celeste y su aplicación al problema del movimiento orbital de los satélites artificiales. Dicha acción se llevará a cabo por medio de 20 h de clases teóricas (presenciales) en las que se desarrollará el programa propuesto en el siguiente punto. En estas clases se usarán presentaciones realizadas con el ordenador, salvo para las demostraciones matemáticas más complicadas y sofisticadas, que se desarrollarán con detalle en la pizarra.

La segunda actividad formativa se centrará en la realización de prácticas de dos tipos: realización de pequeños ejercicios de carácter teórico sobre la materia estudiada en las clases teóricas, y la realización de ejercicios prácticos que simulen situaciones reales del análisis de misiones espaciales. Parte de esta actividad se realizará tutelada por el profesor, hasta unas 25 horas, y el resto será realizado por el alumno individualmente, presentado en el aula y discutido con toda la clase, con la supervisión y moderación del profesor.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

1. *Sistemas de referencia.* Sistemas de referencia espaciales. Movimientos de los sistemas de referencia: precesión y nutación. Referencia temporal. Relojes basados en la rotación terrestre. Escalas de tiempo uniforme.
2. *Movimiento kepleriano y orbital.* Leyes de Kepler y Newton. Ecuaciones del movimiento kepleriano. Perturbaciones del movimiento kepleriano: tercer cuerpo, potencial gravitatorio creado por un sólido rígido, rozamiento atmosférico, presión de radiación solar, etc.
3. *Órbitas keplerianas.* Integración del problema y deducción de las leyes de Kepler. Órbitas keplerianas. Elementos orbitales. Sistemas de referencia orbitales. Determinación de órbitas y cálculo de efemérides.
4. *Satélites artificiales terrestres.* Movimiento de un satélite sobre la superficie terrestre: traza, visibilidad desde una estación y eclipses. Efecto de las perturbaciones sobre el movimiento kepleriano del satélite. Clasificación de los satélites y de las misiones espaciales.
5. *Navegación espacial.* Propulsión de naves espaciales. Lanzamiento de satélites. Correcciones de la órbita: maniobras orbitales. Transferencias orbitales. Encuentros orbitales.
6. *Navegación interplanetaria.* Sondas espaciales. Esfera de influencia. Salida y entrada del campo gravitatorio de un planeta. Impulso gravitatorio.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Elices, T.. Introducción a la dinámica espacial. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. Madrid, 1991
- Gurzadyan, G. A.. Theory of interplanetary flights. Gordon and Breach Publishers. 1996
- Prussing, J. E.. Orbital Mechanics. Oxford University Press, New York. 1993
- Vallado, D.A.. Fundamentals of Astrodynamics and Applications. Space Technology Series. McGraw Hill, 1997