

DENOMINACIÓN

SIMULADORES DE VEHÍCULOS AEROESPACIALES

FUNDAMENTACIÓN

Esta asignatura corresponde al campo de las tecnologías aplicadas en el área espacial, estando presente en los trayectos en dinámica aeroespacial y en aplicaciones aeroespaciales. Presenta como lineamientos generales complementar la formación del maestrando en el campo de la simulación del movimiento orbital y de actitud de los vehículos aeroespaciales. La misma toma particular sentido cuando se considera la necesidad de complementar los conocimientos de Mecánica del Vuelo y de Dinámica Orbital adquiridos y aplicados a aeronaves restringidas a vuelos atmosféricos y naves espaciales. La demanda de personal calificado se incrementa permanentemente debido al crecimiento de la actividad espacial año a año situación que obliga a poner énfasis en la formación de los profesionales necesarios para atenderla.

OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

- Analizar y representar modelos de dinámica orbital y simulaciones computacionales para vehículos aeroespaciales tanto en aspectos teóricos como aplicados.
- Implementar modelos con tres grados de libertad (dinámica de posición) para simulación de la trayectoria espacial de aeronaves hipersónicas, cohetes y satélites de única etapa.
- Implementar modelos con cinco grados de libertad para modelar la actitud de sistemas de control con un eje de simetría.
- Realizar simulaciones dinámicas de posición y actitud con seis grados de libertad en tiempo real.
- Adquirir un nivel formativo que facilite la incorporación del profesional a grupos de trabajo dedicados a la investigación y a la aplicación industrial en áreas de la especialidad.

CONTENIDOS

Unidad 1: Introducción y conceptos matemáticos básicos para modelaje

Elementos básicos de Mecánica Clásica. Tensores. Sistemas de coordenadas. Modelos geométricos. Proyección en un plano y reflexión de un tensor.

Unidad 2: Ejes y sistemas de coordenadas

Sistemas de ejes Heliocéntricos, Geocéntricos y centrados en el cuerpo. Sistemas de coordenadas y transformaciones.

Unidad 3: Cinemática de traslación y de rotación

Tensor de rotación. Cinemática variante en el tiempo. Determinación de actitud. Ángulos de Euler. Cuaterniones.

Unidad 4: Dinámica de traslación

Momento lineal. Dinámica Newtoniana. Implementación de simulaciones (3D, 5D y 6D).

Unidad 5: Dinámica de actitud

Tensor de inercia. Momento angular. Ley de Euler. Girodinámica.

Unidad 6: Perturbaciones

Ecuaciones de momento lineal y angular. Fuerzas y momentos aerodinámicos. Dinámica de actuadores. Vuelo estacionario e inestacionario. Ecuaciones de perturbaciones sobre misiles.

Unidad 7: Simulaciones con tres grados de libertad

Ecuaciones de movimiento. Modelos de subsistemas. Atmósfera. Gravedad. Fuerzas aerodinámicas (*drag polar*). Propulsión. Ejemplos: simulación de vehículos hipersónicos; simulación de cohetes de tres etapas.

Unidad 8: Simulaciones con cinco grados de libertad

Ecuaciones de movimiento con pseudo-cinco grados de libertad. Tierra esférica y con rotación. Tierra plana. Modelos de subsistemas. Aerodinámica balanceada (*trimmed*). Propulsión. Piloto automático. Sensores. Ejemplos: simulación de misil de interceptación; simulación de misil aire-aire de corto alcance; simulación de misil crucero.

Unidad 9: Simulaciones con seis grados de libertad

Ecuaciones de movimiento para vuelos adentro de la atmósfera con cuaterniones. Ecuaciones de movimiento para vuelos hipersónicos y vehículos en órbita. Modelos de subsistemas aerodinámicos. Piloto automático. Actuadores. Análisis de errores.

Unidad 10: Aplicaciones en tiempo real

Simuladores de vuelo.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

1. Simulaciones con tres grados de libertad: realización de un proyecto de un simulador de la trayectoria de una aeronave seleccionando el lenguaje de programación más adecuado al problema. Actividad grupal que incluye la discusión y análisis de los resultados obtenidos por los grupos.
2. Simulaciones con cinco grados de libertad: realización de un proyecto de un simulador de la trayectoria con actitud de misiles con un eje de simetría seleccionando el lenguaje de programación más adecuado al problema. Actividad grupal que incluye la discusión y análisis de los resultados obtenidos por los grupos.
3. Simulaciones con seis grados de libertad: realización de un proyecto de un simulador de la dinámica orbital y de actitud de un vehículo espacial a elección seleccionando el lenguaje de programación más adecuado al problema. Actividad grupal que incluye la discusión y análisis de los resultados obtenidos por los grupos.
4. Simuladores de vehículos aeroespaciales: Estudio de un trabajo científico publicado en revista internacional con confección de un informe al respecto.

METODOLOGÍA

La metodología de enseñanza para esta asignatura se plantea en el marco del dictado de clases teórico/prácticas.

El sistema de enseñanza es de carácter teórico-práctico, con preeminencia del método deductivo (de lo general a lo particular) al tratar la faz teórica de los temas listados en los contenidos. En la medida de lo posible, siempre se intentará lograr que las clases por su contenido y modalidad de dictado estimulen la participación de los maestrandos.

La parte teórica de las clases tiene carácter expositivo, donde el docente presenta las definiciones, conceptos y formulaciones matemáticas. La parte práctica presenta una mayor interacción, debido a que se aplica un formato de exposición dialogada, guiando a los alumnos a realizar análisis deductivos para poder hallar las soluciones a los problemas planteados, usando los conceptos desarrollados en la parte teórica. Se destaca que las clases no están formalmente divididas en teóricas y prácticas si no que, según el tema, se produce una combinación de ambos tipos.

La estructura de dictado de la asignatura consiste en una clase semanal. Además, los docentes establecen un horario de consulta por fuera del horario de clases formal, el cual tiene una extensión adecuada en función de la cantidad de maestrandos inscriptos en la asignatura.

El docente explicará a los maestrandos cómo el contenido de los temas de la presente asignatura se relaciona con los conocimientos impartidos en las demás asignaturas de su plan de estudios de manera de articular las nuevas capacidades a las ya adquiridas. Se busca con esto formar una conciencia aeroespacial en el profesional dotando al mismo de la capacidad para interpretar la fenomenología propia de la actividad.

El análisis teórico-práctico de las ecuaciones de movimiento orbital y de actitud de un vehículo espacial aplicable a simuladores orbitales realizado a través de análisis de proyectos de

simuladores y estudios de trabajos científicos publicados posibilitará que el maestrando se familiarice en técnicas de diseño, control y proyecto de naves y misiones propias de las competencias del ingeniero aeroespacial. Así, se espera que la metodología aplicada desarrolle en el maestrando las competencias para:

- Analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica y a la dinámica de vuelo de vehículos espaciales.
 - Describir las características físicas fundamentales de la dinámica de vehículos espaciales.
 - Conocer e interpretar las ecuaciones de movimiento orbital y de actitud reconociendo las limitaciones de las hipótesis simplificadoras aplicadas.
- Diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño de bases espaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y/o trayectorias espaciales.
- Diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de vehículos espaciales.
 - Plantear hipótesis válidas con la física del problema que se busca la solución.
 - Aplicar correctamente las ecuaciones necesarias y adecuadas para la resolución de problemas.
- Adquirir un nivel formativo que facilite la incorporación a grupos de trabajo dedicados a la investigación y a la aplicación industrial en áreas de la especialidad.
 - Elaborar y presentar correctamente, trabajando en grupo, una exposición sobre temas de ingeniería aeroespacial directamente relacionados con la asignatura.
 - Desarrollar análisis crítico y criterio analítico sobre planteo y solución de problemas relacionados con la dinámica de vehículos espaciales.

Además, se busca que el maestrando adquiera competencias de carácter por un lado actitudinal, como el cumplimiento de responsabilidades y obligaciones y tener participación activa en las actividades prácticas, y por otro aptitudinal, como la identificación de problemas y la organización del tiempo y tareas.

EVALUACIÓN

Las condiciones para la promoción de la asignatura son:

- Presentar y aprobar con nota no inferior a siete (7) en una escala de cero (0) a diez (10) cada uno de los informes de proyectos de desarrollo de simuladores para vehículos aeroespaciales y de estudio de casos a través de publicaciones en revistas científicas que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos grupales.

Los maestrandos que cumplan con el 50% de las exigencias referidas a los proyectos serán considerados regulares. Los demás estarán libres.

La nota final corresponderá al promedio ponderado de los proyectos.

CARGA HORARIA

Modalidad	Carga Teórica	Carga Práctica	TOTAL
Presencial	30	30	60
A distancia	-	-	-
TOTAL	30	30	60

BIBLIOGRAFÍA

Curtis, Orbital Mechanics for Engineering Students, 2009.

Montenbruck and Gill, Satellite Orbits – Models, Methods, Applications, 2001.
Vallado, Fundamentals of Astrodynamics and Applications, 2013.
Zipfel, Modeling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics, 2000.