

Guía docente 220305 - 220305 - Combustión y Propulsión de Cohetes

Última modificación: 22/06/2023

Unidad responsable: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa

Unidad que imparte: 724 - MMT - Departamento de Máquinas y Motores Térmicos.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AERONÁUTICA (Plan 2014). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2023 Créditos ECTS: 5.0 Idiomas: Catalán

PROFESORADO

Profesorado responsable: Jordi Ventosa Molina

Otros: Borja Borràs Quintanal

David Bermejo Plana

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CE18. MUEA/MASE: Capacidad para diseñar, ejecutar y analizar los Ensayos de Sistemas Propulsivos, y para llevar a cabo el proceso completo de Certificación de los mismos.

CE12. MUEA/MASE: Conocimiento adecuado de Mecánica de Fluidos Avanzada, con especial incidencia en las Técnicas Experimentales y Numéricas utilizadas en la Mecánica de Fluidos.

CE13. MUEA/MASE: Comprensión y dominio de los fenómenos asociados a la Combustión y a la Transferencia de Calor y Masa.

Básicas:

CB06. 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.

CB08. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

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.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La metodología docente se divide en tres partes:

- Sesiones presenciales de clase: teoría y problemas.
- Sesiones presenciales de prácticas informáticas (aula de informática), utilizando software específico de combustión y cotas
- Trabajo autónomo de estudio y realización de ejercicios y actividades.

En las sesiones presenciales de clase, el profesorado introducirá las bases teóricas de la materia, conceptos, métodos y resultados ilustrándolo con ejemplos convenientes y solicitando, en su caso, la realización de ejercicios para facilitar su comprensión.

En la sesión de prácticas informáticas, el profesorado guiará al estudiante en el análisis y resolución de procesos de combustión de cohetes, utilizando programas de cálculo. Estas sesiones están previstas realizar en las aulas informáticas existentes en la escuela. La metodología y las herramientas de cálculo tratadas (programas) deberán ser utilizadas por el alumno en la resolución de problemas de combustión propuestos por el profesor.

Como actividad final de la asignatura, el estudiante deberá realizar un trabajo en equipo sobre una temática relacionada con el temario de la asignatura. Este trabajo será presentado en clase y será evaluado por el profesorado.

En resumen la metodología docente se basa en actividades presenciales realizadas en clase (teoría, problemas) y en trabajo autónomo realizado por el alumno fuera del aula (problemas de combustión, trabajo final). El profesorado proporcionará una tutoría y seguimiento adecuados de las actividades y trabajos realizados por los alumnos.

Fecha: 19/07/2023 Página: 1 / 5



OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al finalizar la asignatura el estudiante debe:

- -Conocer los fundamentos teóricos y las limitaciones de la propulsión de los cohetes térmicos.
- -Conocer los fundamentos teóricos y la metodología de cálculo del proceso de combustión en cohetes térmicos.
- -Conocer los elementos y sistemas característicos de la propulsión cohete: Cámara de combustión, tobera, inyectores, bombas, depósitos. Compatibilidad química, térmica y mecánica de los materiales.
- -Conocer los procedimientos para el diseño de toberas.
- -Tener los fundamentos para realizar un análisis previo de los requerimientos de la misión
- -Conocer los principios de funcionamiento y balística interna de los diferentes tipos de motor cohete.
- -Tener criterios para la selección del tipo de propulsión química más idónea para cada misión.
- -Capacitar por el diseño básico y anteproyecto de cohetes químicos en propergol sólido, líquido e híbrido.
- -Conocer las técnicas de ensayo experimental: Banco de pruebas y su instrumentación.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Módulo 1: Especificidad y aplicaciones de los distintos tipos de propulsores cohetes

Descripción:

Parámetros de rendimiento Tipo de misiones Tipo de cohetes Evaluación del cohete

Dedicación: 12h 30m Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 8h

Módulo 2: Combustibles y comburentes de cohetes

Descripción:

Conceptos básicos de combustión Tipo de combustibles utilizados Modelo físico del motor cohete ideal Própergoles líquidos

Dedicación: 16h 40m Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 10h 40m

Fecha: 19/07/2023 **Página:** 2 / 5



Módulo 3: Combustión aplicada a cohetes

Descripción:

Estequiometria Termoquímica Ejemplos de calculo

Dedicación: 16h 40m Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 10h 40m

Módulo 4: Resumen histórico de propergols

Descripción:

Analizar los propergoles usados en diferentes misiones a lo largo de la historia de los cohetes.

Dedicación: 12h 30m Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 8h

Módulo 5: Cohetes a propergol sólido

Descripción:

Composición y formulación de la carga Diseño de la geometría del grano Combustión y ley del empuje Balística interna Sistemas de ignición

Dedicación: 16h 40m Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 10h 40m

Módulo 6: Cualidades de actuación técnica de los cohetes

Descripción:

Velocidad de eyección de los gases en cohetes Empuje y relación de expansión Velocidad característica Coeficiente de empuje

Dedicación: 16h 40m Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 10h 40m

Fecha: 19/07/2023 **Página:** 3 / 5



Módulo 7: Diseño de toberas

Descripción:

Tipo de toberas

Métodos de cálculo para el diseño de toberas Toberas de motor de combustible líquido

Dedicación: 16h 40m Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 10h 40m

Módulo 8: Cohetes a propergol líquido

Descripción:

Tipo de propergoles

Elementos del motor cohete a propergol líquido

Tanques

Cámaras de combustión

Toberas

Sistemas de presurización y alimentación de propergols

Ejemplos de cálculo

Dedicación: 16h 40m Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 10h 40m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Están previstas cuatro pruebas de evaluación:

- Primer examen parcial (35%)
- Segundo examen parcial (35%)
- Problemas de combustión (10%)
- Trabajos (20%)

Para los alumnos que no aprueben el primer examen parcial, se prevé realizar un examen de recuperación que se realizará el día del segundo examen parcial.

Normas del examen de recuperación:

- -Sólo pueden presentarse los alumnos que hayan suspendido el primer examen parcial
- -Nota máxima limitada a 6,0 sobre 10,0
- -La nota final primer examen parcial será la más alta que obtenga el alumno entre los dos exámenes (examen ordinario y examen de recuperación)

Fecha: 19/07/2023 **Página:** 4 / 5



BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Kuo, K. K. Principles of combustion. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 0471046892.
- Malcom W. Chase, Jr. NIST-JANAF thermochemical tables. 4th ed. Washington: American Chemical Society and American Institute of Physics, 1998. ISBN 1563968312.
- Huzel, D. K.; Huang, D. H. Modern engineering for design of liquid-propellant rocket engines. Washington: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1992. ISBN 1563470136.
- Brown, Charles D. Spacecraft propulsion. Washington, DC: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1995. ISBN 1563471280.
- Sutton, G. P.; Biblarz, O. Rocket propulsion elements [en línea]. 8th ed. New York: John Wiley & Sons, 2010 [Consulta: 03/05/2022]. Disponible a:

https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=818989. ISBN 9781118174616.

- Huzel, D. K.; Huang, D. H. Design of liquid-propellant rocket engines [en línea]. 2nd ed. Washington: National Aeronautics and Space Administration, 1971 [Consulta: 12/04/2022]. Disponible a: https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19710019929/downloads/19710019929.pdf.

Complementaria:

- Turchi, Peter J. Propulsion techniques: action and reaction. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1998. ISBN 1563471159.
- Oates, Gordon C. Aerothermodynamics of gas turbine and rocket propulsion. 3rd ed. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1997. ISBN 1563472414.
- Mattingly, Jack D. Elements of propulsion: gas turbines and rockets [en línea]. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2006 [Consulta: 05/05/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3111 https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3111 https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3111 https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3111 https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3111 https://example.upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3111 https://example.upcatalunya-ebooks/detail.action?pdf https://example.upcatalunya-ebooks/detail.action?pdf https://example.upcatalunya-ebooks/det

RECURSOS

Otros recursos:

Material elaborado y/o recopilado por el profesor colgado en el campus virtual ATENEA

Fecha: 19/07/2023 **Página:** 5 / 5