



Guía docente

295451 - 295TM012 - Tecnologías Avanzadas en Ciencia e Ingeniería de Fluidos

Última modificación: 02/10/2025

Unidad responsable: Escuela de Ingeniería de Barcelona Este
Unidad que imparte: 729 - MF - Departamento de Mecánica de Fluidos.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS MECÁNICAS (Plan 2024). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2025 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: JAN MATEU ARMENGOL - FRANCESCO CAPUANO

Otros: Primer quadrimestre:
JOAN CALAFELL SANDIUMENGE - Grup: T1
FRANCESCO CAPUANO - Grup: T1
JAN MATEU ARMENGOL - Grup: T1
RICARDO JAVIER PRINCIPE RUBIO - Grup: T1

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos:

- K.01. Interpretar críticamente los principios físicos que gobiernan el comportamiento de sistemas y aplicaciones avanzadas en los ámbitos de diseño mecánico, procesos de fabricación, resistencia de materiales, mecánica de fluidos, termodinámica y transferencia de calor.
- K.08. Identificar herramientas de análisis de datos para caracterizar, sintetizar, explicar y predecir el comportamiento de sistemas físicos en el ámbito de la ingeniería mecánica.
- K.04. Interpretar correctamente documentación técnica asociada al diseño de instalaciones, procesos y productos, en el contexto de proyectos de investigación y desarrollo en el ámbito mecánico.
- K.05. Identificar tecnologías emergentes (tanto del ámbito mecánico como en el de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación) aplicables en el desarrollo de proyectos mecánicos.
- K.02. Identificar las ecuaciones fundamentales que gobiernan los fenómenos físicos asociados a problemas complejos en el ámbito de la ingeniería mecánica.
- K.07. Definir modelos analíticos, experimentales y/o computacionales apropiados para el estudio de problemas relevantes en el ámbito de la ingeniería mecánica.

Habilidades:

- S.02. Aplicar correctamente las técnicas analíticas, computacionales y/o experimentales que mejor se adecúen al análisis de un caso o proyecto en el ámbito mecánico.
- S.08. Integrar conocimientos de diferentes áreas del ámbito mecánico en el diseño y desarrollo de proyectos, sistemas y soluciones de ingeniería.
- S.05. Analizar críticamente los resultados del análisis de un proceso o producto, teniendo en cuenta las limitaciones de las técnicas aplicadas.
- S.03. Aplicar el uso de técnicas avanzadas de simulación numérica y prototipado virtual en la solución de problemas mecánicos complejos.
- S.01. Aplicar de forma global las técnicas experimentales, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos en el desarrollo de proyectos de ingeniería mecánica, así como de las especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento en cada etapa del proceso.

Competencias:

C.03. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito mecánico, y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

C.02. Trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

C.04. Asegurar, en el contexto de su competencia profesional, el cumplimiento de normas éticas, directrices profesionales y legislación vigente en el ámbito del respeto a los derechos fundamentales, considerando la reducción de las desigualdades, la perspectiva de género y los principios de accesibilidad, inclusión y no discriminación en el diseño de soluciones técnicas y en la gestión de proyectos y equipos de trabajo.

C.05. Plantear soluciones científicas y tecnológicas avanzadas a retos industriales complejos en el ámbito de la ingeniería mecánica.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La metodología combina la enseñanza de clases frontales interactivas (basadas en pizarra y presentaciones) con sesiones de laboratorio (computacionales y experimentales). Durante la clase, los estudiantes son constantemente estimulados a participar en discusiones interactivas a través de ejemplos prácticos, explorando aplicaciones industriales del mundo real. Las clases teóricas están estrechamente integradas con las sesiones de laboratorios, lo que permite a los estudiantes participar activamente en la configuración de experimentos, la recopilación de datos y el análisis de resultados. Basándose en el material de enseñanza y bajo la orientación del instructor, los estudiantes realizan un proyecto individual para profundizar en los detalles de las herramientas/técnicas experimentales y numéricas utilizadas durante las sesiones de laboratorio, y adquirir habilidades para su postprocesamiento. Finalmente, la asignatura cuenta con una serie de seminarios de profesionales invitados para aportar información de vanguardia sobre investigación y aplicaciones industriales.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Este curso equipará a los estudiantes con los fundamentos teóricos, así como con herramientas interpretativas y predictivas necesarias para resolver problemas de ingeniería complejos relacionados con la mecánica de fluidos, preparándolos para aplicaciones industriales e investigaciones avanzadas en ingeniería mecánica. Los resultados del aprendizaje son transversales a campos como la ingeniería aeroespacial, energética, ambiental y biomédica. Al final del curso, los estudiantes deberían ser capaces de:

- Formular y manipular las ecuaciones matemáticas que gobiernan los flujos de fluidos en diferentes regímenes de flujo y en diferentes niveles de complejidad física, así como derivar aproximaciones adecuadas.
- Identificar, describir y caracterizar fenómenos complejos de mecánica de fluidos que implican flujos turbulentos, interacciones fluido-estructura y acoplamientos multi-físicos.
- Escoger técnicas apropiadas (numéricas, analíticas o experimentales) para abordar problemas relevantes de mecánica de fluidos en sistemas de ingeniería complejos.
- Poseer una visión general de las principales técnicas experimentales para medir y visualizar campos de flujo.
- Configurar, ejecutar y analizar los resultados de una simulación de dinámica de fluidos computacional (CFD) utilizando software comercial, y tener una comprensión básica del enfoque computacional relacionado.
- Interpretar y analizar críticamente los resultados de experimentos o cálculos, con conciencia de la aplicabilidad y limitaciones de los modelos/técnicas empleados.
- Aplicar principios y herramientas avanzadas de mecánica de fluidos al diseño de sistemas reales.
- Describir los desafíos actuales en la dinámica de fluidos y cómo se están abordando.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	40,5	27.00
Horas grupo pequeño	13,5	9.00
Horas aprendizaje autónomo	96,0	64.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Fundamentos

Descripción:

Revisión de las ecuaciones fundamentales de la mecánica de fluidos y las ecuaciones asociadas. Números adimensionales y regímenes de flujo. Modelos idealizados: flujo irrotacional, flujo de Stokes, flujo incompresible y aproximaciones relacionadas: modelos de bajo Mach y Boussinesq. Soluciones analíticas de flujos estacionarios e inestables. Introducción a modelos avanzados para describir flujos complejos y multi-físicos discutidos en el curso, y ejemplos relacionados.

Objetivos específicos:

Dominar las ecuaciones fundamentales del flujo de fluidos, su estructura matemática e implicaciones físicas en una amplia gama de regímenes de flujo y complejidad física. Revisar conceptos teóricos fundamentales y aprender herramientas analíticas adicionales para estudiar el flujo de fluidos. Ampliar el conocimiento de las soluciones analíticas disponibles de las ecuaciones de Navier-Stokes.

Actividades vinculadas:

Bomba volumétrica. Objetivos de la sesión práctica: i) ampliar el conocimiento sobre turbomáquinas; ii) analizar una aplicación de bajo número de Reynolds con flujo pulsátil y comparar con la solución analítica.

Dedicación: 28h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 18h

Visualización, medición y predicción de campos de flujo

Descripción:

Limitaciones de los modelos teóricos. Enfoque experimental: visión general de técnicas de visualización y medición de flujo. Experimentos vs. cálculo numérico. Introducción a la dinámica de fluidos computacional (CFD): visión general de un método de solución numérica.

Objetivos específicos:

Obtener una comprensión básica de herramientas y técnicas modernas para visualizar y predecir campos de flujo complejos, no estacionarios y tridimensionales tanto cualitativa como cuantitativamente; tener una perspectiva crítica sobre el empleo de métodos experimentales vs. computacionales para estudiar problemas de dinámica de fluidos. Aprender los conceptos básicos del flujo de trabajo de CFD.

Actividades vinculadas:

Laboratorio de simulación: Introducción al software CFD y configuración de una simulación; postprocesamiento y visualización de campos de flujo.

Laboratorio experimental: postprocesamiento de datos experimentales

Objetivo específico de la sesión práctica: i) aprender a configurar un caso de CFD; ii) visualizar y manipular conjuntos de datos de flujos experimentales o computacionales.

Dedicación: 31h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 21h

Flujos turbulentos

Descripción:

Inestabilidades del flujo y transición a la turbulencia. Fenomenología de flujos turbulentos y descripción estadística de la turbulencia. Flujos libres turbulentos: estelas, chorros y capas de mezcla. Flujos externos. Flujos turbulentos acotados por paredes. Ecuaciones de Reynolds promediadas y tensiones relacionadas: el problema de cierre. Modelado de turbulencia.

Objetivos específicos:

Aprender la fenomenología de los flujos inestables y turbulentos en configuraciones canónicas. Comprender las dificultades asociadas con la descripción cuantitativa de la turbulencia. Obtener un conocimiento básico del modelado de la turbulencia.

Actividades vinculadas:

Laboratorio experimental: flujo turbulento en tunel de viento

Laboratorio de simulación: simulación RANS vs. LES/DNS

Objetivos específicos de las sesiones prácticas: i) medir y analizar una señal turbulenta; ii) comprender la diferencia conceptual y práctica entre los enfoques LES/DNS y RANS; iii) comparar resultados experimentales y numéricos; iv) aprender a visualizar conjuntos de datos tridimensionales complejos.

Dedicación: 33h

Grupo grande/Teoría: 10h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 19h

Flujos con multi-física

Descripción:

Introducción a los flujos multifísicos. Interacción fluido-estructura en ingeniería y aplicaciones biológicas. Fundamentos de flujos bifásicos. Descripción general de los flujos reactivos y el acoplamiento entre ecuaciones de transporte de energía, masa y momento. Modelado basado en datos en mecánica de fluidos.

Objetivos específicos:

Adquirir competencias básicas en la fenomenología y modelado de flujos complejos que suceden en procesos industriales del mundo real, incluidos flujos que interactúan con estructuras deformables, flujos con una segunda fase dispersa o estratificada, y flujos con multifísica. Además, se introducen conceptos modernos de modelado basado en datos.

Actividades vinculadas:

Laboratorio experimental: experimento de interacción fluido-estructura

Objetivos específicos de la sesión práctica: i) analizar señales experimentales y extraer frecuencias relevantes; ii) visualizar fenomenología de FSI.

Dedicación: 29h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 19h

Project-based learning

Descripción:

Tutoría del proyecto de grupo elegido por los estudiantes entre los propuestos.

Dedicación: 29h

Actividades dirigidas: 10h

Aprendizaje autónomo: 19h



SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Examen teórico intermedio (30%)
Desempeño en el laboratorio (10%)
Proyecto de grupo (60%)

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Ferziger, Joel H.; Peric, Milovan; Street, Robert L. Computational Methods for Fluid Dynamics. Fourth edition. Cham: Springer, [2019]. ISBN 9783319996912.
- Çengel, Yunus A; Cimbala, John M; Kanoglu, Mehmet. Fluid mechanics : fundamentals and applications. 2a ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2010. ISBN 9780071284219.

Complementaria:

- Tritton, D. J. Physical fluid dynamics. 2nd ed. Oxford : New York: Clarendon Press ; Oxford University Press, cop. 1988. ISBN 9780198544890.
- Kundu, Pijush K; Cohen, Ira M; Hu, Howard H. Fluid mechanics. 2nd ed. San Diego [etc.]: Academic Press, cop. 2002. ISBN 0121782514.
- Tavoularis, Stavros. Measurement in fluid mechanics. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521815185.
- Davidson, Peter. Turbulence : an introduction for scientists and engineers. Second edition. Oxford: Oxford University Press, [2015]. ISBN 9780198722595.
- Pope, S. B. Turbulent flows. Repr. with corr. Cambridge, UK [etc.]: Cambridge University Press, 2003. ISBN 9780521591256.