



DATOS IDENTIFICATIVOS

Mecánica de fluidos II y CFD

Asignatura	Mecánica de fluidos II y CFD			
Código	O07G410V01922			
Titulación	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Selección	Curso	Cuatrimestre
	9	OP	3	1c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	Martín Ortega, Elena Beatriz Rodríguez Pérez, Luis			
Profesorado	Martín Ortega, Elena Beatriz Rodríguez Pérez, Luis			
Correo-e	emortega@uvigo.es lurodriguez@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Conocimiento, comprensión y aplicación de conceptos y técnicas de la Mecánica de Fluidos de Ingeniería Aeroespacial. Parte de la asignatura se presenta como una introducción a la dinámica de fluidos computacional que, partiendo de un conocimiento de las ecuaciones de conservación de los fluidos (ya adquirido por los estudiantes en asignaturas previas) permita al alumno realizar simulaciones sencillas que involucren a un fluido como medio de trabajo.			

Competencias

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
A3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
A5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
C16	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los conceptos y las leyes que gobiernan los procesos de transferencia de energía, el movimiento de los fluidos, los mecanismos de transmisión de calor y el cambio de materia y su papel en el análisis de los principales sistemas de propulsión aeroespaciales.
C18	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos; los principios básicos del control y la automatización del vuelo; las principales características y propiedades físicas y mecánicas de los materiales.
C19	Conocimiento aplicado de: la ciencia y tecnología de los materiales; mecánica y termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica y mecánica del vuelo; sistemas de navegación y circulación aérea; tecnología aeroespacial; teoría de estructuras; transporte aéreo; economía y producción; proyectos; impacto ambiental.
C20	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: La mecánica de fractura del medio continuo y los planteamientos dinámicos, de fatiga de inestabilidad estructural y de aeroelasticidad.
C22	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos que describen el flujo en todos los regímenes, para determinar las distribuciones de presiones y las fuerzas sobre las aeronaves.
C25	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: los métodos de cálculo de diseño y proyecto aeronáutico; el uso de la experimentación aerodinámica y de los parámetros más significativos en la aplicación teórica; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación, diseño, análisis e interpretación de experimentación y operaciones en vuelo; los sistemas de mantenimiento y certificación de aeronaves.
C26	Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), teoría de estructuras.

C28	Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos que describen el flujo en cualquier régimen y determinan las distribuciones de presiones y las fuerzas aerodinámicas.
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita en la lengua nativa
D4	Capacidad de aprendizaje autónomo y gestión de la información
D5	Capacidad de resolución de problemas y toma de decisiones
D6	Capacidad de comunicación interpersonal
D8	Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
D11	Tener motivación por la calidad con sensibilidad hacia temas del ámbito de los estudios

Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Conocimiento y comprensión de los principales conceptos y técnicas de la Mecánica de Fluidos	A3	C16 C18 C19 C22 C28	D4 D5 D8 D11
Capacidad para aplicar los principales conceptos y técnicas de la Mecánica de Fluidos a las Ciencias de la Ingeniería	A2 A3 A5	C16 C18 C19 C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Comprensión de los procedimientos básicos de la dinámica de fluidos computacional	A5	C16 C18 C19 C22 C25 C26 C28	D4 D5 D8 D11

Contenidos

Tema	
CFD. Ecuaciones generales y fenómenos de transporte	<p>Tema 1: Resumen de las ecuaciones generales.</p> <p>Notación integral Notación diferencial Forma conservativa. Notación compacta Modelos límite más comunes Condiciones de contorno más comunes</p>
CFD. Turbulencia	<p>Tema 2: Introducción a la turbulencia</p> <p>Introducción</p> <p>Escala de Kolmogorov</p> <p>Inviabilidad de la simulación numérica directa</p> <p>Modelos de turbulencia:</p> <p>Modelos RANS: -Promedios de Reynolds y de Favre -Ecuaciones promediadas. Esfuerzos aparentes de Reynolds. Problema del cierre - Hipótesis de Boussinesq: modelos algebraicos, de una ecuación y de dos ecuaciones - Leyes de pared. Modelos de alto y bajo número de Reynolds - Modelos de transporte de esfuerzos aparentes de Reynolds</p> <p>Modelos LES: Descripción</p>

Métodos de Volúmenes Finitos (FVM):

- Introducción
- Discretización del dominio computacional
- Discretización de las ecuaciones de fluidos
- Ecuaciones discretizadas en FVM
- Discretización de las condiciones de contorno

Flujos incompresibles. Ecuación de presión

- Métodos de compresibilidad artificial
- Acoplamiento presión-velocidad
- Métodos de aceleración de la resolución numérica más comunes

Tema 4: Introducción al uso de distintos software

(OpenFoam y Fluent*) de simulación numérica de fluidos. Prácticas en aula informática.

*El uso de estos software quedará condicionado a la disponibilidad de licencias de uso por parte del centro así como a la correcta instalación de los mismos en el aula informática asignada

Aplicaciones:

- Flujo laminar en el interior de una cavidad
- Flujo en un dispositivo mezclador de corrientes
- Fuerzas aerodinámicas sobre cuerpos:
Flujo alrededor de un obstáculo. Flujo laminar y flujo turbulento
Cálculo de la calle de Kármán tras un cuerpo romo
Flujo incompresible sobre perfil aerodinámico
Flujo transónico sobre perfil aerodinámico

-Ejercicios/Proyectos propuestos de simulación numérica para ser resueltos de forma más independiente por los alumnos.

Mecánica de Fluidos II. Flujo de fluidos ideales. Movimientos irrotacionales

Tema 1: Movimientos irrotacionales.

Condiciones de irrotacionalidad
Ecuaciones del movimiento irrotacional
Condiciones iniciales y de contorno
Movimiento irrotacional de líquidos
Principio de superposición
Potencial de velocidades a grandes distancias de un obstáculo
Movimiento plano irrotacional de líquidos: Soluciones elementales.
Corriente en rincones y esquinas. Corriente en torno a un cilindro con circulación
Movimiento irrotacional bidimensional de gases
Expansión de Prandtl-Meyer

Tema 2: Movimientos con superficies de discontinuidad

Ecuaciones del salto de las magnitudes fluidas en una discontinuidad
Discontinuidades normales y tangenciales
Ondas de choque normales
Ondas de choque oblicuas

Aplicación: Movimiento casi unidimensional de fluidos ideales: Área crítica.
Movimiento en toberas. Carga y descarga en depósitos.
Ondas de choque. Relación de Hugoniot.

Mecánica de Fluidos II. Movimientos unidimensionales no estacionarios de fluidos ideales

Tema 3: Movimiento unidimensional no estacionario de fluidos ideales.
Efecto de compresibilidad en los líquidos
Apertura y cierre de válvulas. Golpe de ariete

Ecuaciones del movimiento unidireccional no estacionario en gases. Ondas simples

Mecánica de Fluidos II. Movimiento a bajos números de Reynolds	Tema 4: Movimiento a bajos números de Reynolds Ecuaciones. Condiciones iniciales y de contorno Aplicación a fluidos incompresibles. Movimientos alrededor de un cilindro y una esfera Lubricación: Ecuación de Reynolds de la lubricación 3D. Aplicaciones. cojinete cilíndrico, lubricación con gases, patín rectangular, ...
Mecánica de Fluidos II. Capa límite	Tema 5: Capa límite laminar Capa límite laminar incompresible. Soluciones de semejanza. Capa límite sobre placa plana. Solución de Blasius Capa límite laminar compresible Capa límite térmica a bajas velocidades
Mecánica de Fluidos II. Prácticas de laboratorio	- Ensayo en banco de aerodinámica: Medición capa límite - Ensayo en túnel de viento de baja velocidad Distribución de presiones sobre cuerpo romo - Distribución de presiones en toberas convergentes y convergentes-divergentes. . Ondas de choque. Bloqueo sónico.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas de laboratorio	4	5	9
Lección magistral	33	35	68
Aprendizaje basado en proyectos	8	18.5	26.5
Prácticas con apoyo de las TIC	8	0	8
Resolución de problemas	22	73	95
Proyecto	0	15	15
Examen de preguntas de desarrollo	3.5	0	3.5

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Prácticas de laboratorio	Realización de las prácticas de laboratorio
Lección magistral	Exposición de la teoría Traslación de problemas de fluidos a modelos matemáticos para ser resueltos numéricamente
Aprendizaje basado en proyectos	Planteamiento y resolución numérica de problemas propuestos aplicados a flujos de fluidos
Prácticas con apoyo de las TIC	Planteamiento y resolución de modelos aplicados a flujos de fluidos
Resolución de problemas	Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma por parte del alumno para comprender y caracterizar los distintos tipos de movimientos de fluidos y sus simplificaciones

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas de laboratorio	Se atenderá personalmente a todas las dudas que surjan a lo largo del desarrollo de las prácticas
Resolución de problemas	Se atenderá, en la medida de lo posible, a todas las dudas que surjan a lo largo de la resolución de los problemas
Prácticas con apoyo de las TIC	En las prácticas se intentará en la medida de lo posible organizar al grupo de estudiantes en distintas prácticas. Se atenderá personalmente a todas las dudas que surjan a lo largo del desarrollo de las prácticas
Pruebas	Descripción
Proyecto	Se atenderá en tutorías las dudas que surjan a lo largo del desarrollo del proyecto

Evaluación					
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Aprendizaje basado en proyectos	Realización y entrega de informe de las simulaciones propuestas al estudiante	20	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	
Prácticas con apoyo de las TIC	Asistencia y participación activa en las prácticas	1.5	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	
Resolución de problemas	Asistencia a las sesiones de resolución de problemas y entrega de los problemas propuestos	3.5	A2	C16	D3
			A3	C18	D4
			A5	C19	D5
				C20	D6
				C22	D8
				C25	D11
				C26	
				C28	
Examen de preguntas de desarrollo	Realización de probas escritas, incluído o exámen final da materia	75		C16	D3
				C18	D5
				C19	
				C20	
				C22	
				C25	
				C26	
				C28	

Otros comentarios sobre la Evaluación

Primera edición de acta:

La evaluación de la asignatura se realizará mediante:

- Prueba o pruebas escritas, incluida el examen escrito final (75% de la nota final= 65 % Pruebas escritas variadas de conocimientos de MFII, incluyendo el examen final de MFII+ 10% Prueba escrita de evaluación continua sobre conocimientos de CFD).
- Entrega del Proyecto/s CFD de simulación numérica propuestos a los estudiantes por el profesorado (20% de la nota final en la materia). Esta entrega forma parte de la evaluación continua de la asignatura
- se tendrá en cuenta la asistencia y participación activa en las clases prácticas e informáticas así como la entrega de problemas propuestos por el profesorado en las clases prácticas y/o teóricas si así lo indica (5% de la nota final en la materia= 3.5 % Asistencia y participación activa en clases de prácticas y clases de realización de problemas de MFII + 1.5% Asistencia y participación activa en las clases de prácticas de CFD). Este porcentaje forma parte de la evaluación continua

Los estudiantes que oficialmente no cursen la asignatura por la modalidad de evaluación continua (solicitado por escrito al coordinador de la asignatura durante los meses de septiembre y octubre), realizarán un examen final de 5h de duración (con descanso en medio) que supondrá el 100% de su nota.

Segunda edición de acta:

- La nota del proyecto CFD de simulación numérica se podrá guardar para la segunda edición de acta. En el caso de haberlo suspendido en la primera edición, o de no haberlo presentado, será necesario realizar un nuevo proyecto de simulación para la segunda edición
- La nota de la evaluación continua asociada a la prueba escrita de conocimientos teóricos de CFD se guardará para la segunda acta
- La nota de evaluación continua asociada a la asistencia y participación activa y entrega de problemas propuestos por

el profesorado (si así lo indica) se guardará para la segunda convocatoria.

- El resto de la nota será un examen escrito.
- En el caso de los estudiantes que hayan renunciado oficialmente a la evaluación continua (solicitado oficialmente por escrito al coordinador durante los meses de septiembre y octubre), contarán en el examen con preguntas relacionadas con todo el temario de la asignatura, que representará un 100% de la nota

Fuentes de información

Bibliografía Básica

White, F.M, **Viscous fluid flow**, 3rd ed., McGraw-Hill, 2006

Panton, R. L., **Incompressible Flow**, 4th Edition, Wiley, 2013

Anderson, **Modern Compressible Flow**, 3rd Ed., Mc Graw Hill, 1992

BARRERO & PÉREZ-SABORID, **Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos**, Mc Graw Hill, 2005

BLAZEK, J., **Computacional Fluid Dynamics: Principles and Applications**, Elsevier, 2001

H K Versteeg and W Malalasekera, **An Introduction to Computational Fluid Dynamics THE FINITE VOLUME METHOD**, 2nd Ed., Prentice Hall, 2007

Bibliografía Complementaria

Kundu , C., **Fluid Mechanics**, 4th Edition,, Academic Press, 2010

SCHLICHTING, H, **Boundary Layer Theory**, Mc Graw Hill, 1987

FERZIGER, J., MILOVAN, P., **Computational Methods for fluid Dynamics**, Springer, 1999

F. Moukalled L. Mangani M. Darwish, **The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics An Advanced Introduction with OpenFOAM® and Matlab®**, Springer, 2016

WILCOX, **Turbulence Modeling**, DCW Industries, 2004

www.openfoam.com,

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Matemáticas: Métodos matemáticos/O07G410V01301

Mecánica de fluidos/O07G410V01402

Otros comentarios

Dedicar el tiempo indicado de trabajo personal asignado, así como recurrir a tutorías personales con el profesor para resolver las posibles dudas que surjan durante el trabajo personal del estudiante

Se recomienda un seguimiento total de la materia así como una actitud activa en las clases.