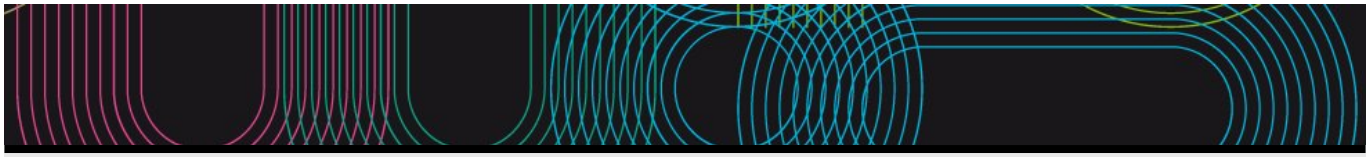

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Mecánica de fluidos II y CFD				
Asignatura	Mecánica de fluidos II y CFD			
Código	O07G410V01922			
Titulacion	Grado en Ingeniería Aeroespacial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OP	3	1c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Rodríguez Pérez, Luis Suárez Porto, Eduardo			
Profesorado	Rodríguez Pérez, Luis Suárez Porto, Eduardo			
Correo-e	lurodriguez@uvigo.es suarez@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Conocimiento, compresión 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. Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
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 previstos en la materia

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	Tema 1: Resumen de las ecuaciones generales. Notación integral Notación diferencial Forma conservativa. Notación compacta Modelos límite más comunes Condiciones de contorno más comunes
CFD. Turbulencia	Tema 2: Introducción a la turbulencia Introducción Escala de Kolmogorov Inviabilidad de la simulación numérica directa Modelos de turbulencia: 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 Modelos LES: Descripción

CFD. Introducción a la dinámica de Fluidos Computacional	Tema 3: Métodos FVM de resolución numérica de las ecuaciones de Navier-Stokes. 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 - Acoplamientos 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 Blausius 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	1.5	0	1.5
Examen de preguntas de desarrollo	1	0	1
Examen de preguntas de desarrollo	1	0	1

*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 los 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 CFD propuestas al estudiante	20	A2 A3 A5	C16 C18 C19 C20 C22 C25 C26 C28 D3 D4 D5 D6 D8 D11

Prácticas con apoyo de las TIC	Asistencia y participación activa en las prácticas CFD	1.5	A2 A3 A5	C16 C18 C19 C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Resolución de problemas	Asistencia a las sesiones de resolución de problemas y entrega de los problemas propuestos. MFII	3.5	A2 A3 A5	C16 C18 C19 C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5 D6 D8 D11
Examen de preguntas de desarrollo	Realización de pruebas escritas, resolución de ejercicios, casos prácticos. MFII	30	A2 A3 A5	C16 C18 C19 C20 C22 C25 C26 C28	D3 D4 D5 D8
Examen de preguntas de desarrollo	Realización de pruebas escritas, resolución de casos y conceptos de CFD.	10	A2 A3 A5	C19 C20 C26 C28	D3 D5 D8 D11
Examen de preguntas de desarrollo	Realización de pruebas escritas, resolución de ejercicios, casos prácticos. MFII	35	A3 A5	C18 C19 C22 C25 C26	D4 D5 D8

Otros comentarios sobre la Evaluación

Primera edición del acta: En general, para todo el alumnado, se empleará un sistema de evaluación continua. No obstante, el/la estudante tiene derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca el centro para cada convocatoria, en cuyo caso tendrán la posibilidad de realizar un examen final, de 5h de duración (con descanso en medio) y supondrá el 100% de su nota.

Si el alumnado participa en alguna de las pruebas calificables dentro de la evaluación continua, se considerará como presentado a la materia. La evaluación continua se considera hasta Julio, por lo que las calificaciones alcanzadas en todas las actividades realizadas previamente, se mantienen hasta la convocatoria de Julio, no se guardará de un curso escolar a otro.

La evaluación continua de la asignatura se realizará mediante las siguientes pruebas y pesos:

- 35 % Prueba escrita de evaluación continua sobre conocimientos de MFII.
- 30 % Prueba escrita de evaluación continua sobre conocimientos de MFII.
- 20%. Entrega del Proyecto/s CFD de simulación numérica propuestos al alumnado por el profesorado.
- 10% Prueba escrita de evaluación continua sobre conocimientos de CFD
- 3.5% Asistencia, entrega de problemas propuestos por el profesorado, y participación activa en clases de prácticas y de realización de problemas de MFII.
- 1.5% Asistencia, entrega de problemas propuestos por el profesorado, y participación activa en las clases de prácticas de CFD.

Para superar la materia será necesario obtener un mínimo (2 sobre 10), en todas y cada una de las pruebas realizadas, y alcanzar un 5 sobre 10 en el total de evaluaciones.

Segunda oportunidad:

Todas las calificaciones obtenidas previamente en todas y cada una de las pruebas de evaluación continua de la primera edición, pueden guardarse para la segunda oportunidad, y será el alumnado el que decida a que actividades se vuelve a evaluar en la segunda oportunidad, con la excepción de las evaluaciones relativas a asistencia.

En la convocatoria **fin de carrera**, se evaluará mediante un único examen final, que supondrá el 100% de su nota.

Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, por ejemplo), se considerará que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. Dependiendo del tipo de comportamiento no ético detectado, se podría concluir que el alumno no alcanzó las competencias necesarias.

No se permitirá la utilización de ningún dispositivo electrónico durante las pruebas de evaluación salvo autorización expresa. El hecho de introducir un dispositivo electrónico no autorizado en el aula de examen será considerado motivo de no superación de la materia en el presente curso académico y la calificación global será de suspenso (0.0).

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**, 3nd 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 tutorias 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.