



## Teaching Guide

Identifying Data					2022/23
Subject (*)	Simulation Process in CFD		Code	730497223	
Study programme	Mestrado Universitario en Enxeñaría Industrial (plan 2018)				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
Official Master's Degree	2nd four-month period	Second	Optional	3	
Language	Spanish				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Enxeñaría Naval e Industrial				
Coordinador	Lema Rodríguez, Marcos	E-mail	marcos.lemma@udc.es		
Lecturers	Gosset , Anne Marie Elisabeth Lema Rodríguez, Marcos	E-mail	anne.gosset@udc.es marcos.lemma@udc.es		
Web					
General description	Esta materia céntrase no desenvolvemento completo dun proceso de simulación CFD e a metodoloxía para seguir. Salientárase sobre as aproximacións e as limitacións do método para que o alumno teña unha visión crítica do que pode alcanzar coas ferramentas CFD. Prestarase especial atención aos modelos máis utilizados en CFD (turbulencia e capa límite).				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A4	ETI4 - Capacity for the analysis and design of chemical processes.
A5	ETI5 - Knowledge and skills for the design and analysis of machines and thermal engines, hydraulic machines and industrial installations of heat and cold.
A20	EI4 - Knowledge and skills for projecting and designing electrical and fluid installations, lighting, air conditioning and ventilation, energy saving and efficiency, acoustics, communications, home automation and smart buildings and security installations.
B1	CB6 - Possess and understand knowledge that provides a basis or opportunity to be original in the development and / or application of ideas, often in a research context.
B2	CB7 - That students know how to apply the knowledge acquired and their ability to solve problems in new or unfamiliar environments within broader (or multidisciplinary) contexts related to their area of study.
B4	CB9 - That the students know how to communicate their conclusions -and the knowledge and ultimate reasons that sustain them- to specialized and non-specialized audiences in a clear and unambiguous way.
B5	CB10 - That students have the learning skills that allow them to continue studying in a way that will be largely self-directed or autonomous.
B6	G1 - Have adequate knowledge of the scientific and technological aspects in Industrial Engineering.
B7	G2 - Project, calculate and design products, processes, facilities and plants.
B13	G8 - Apply the knowledge acquired and solve problems in new or unfamiliar environments within broader and multidisciplinary contexts.
B15	G10 - Knowing how to communicate the conclusions -and the knowledge and ultimate reasons that sustain them- to specialized and non-specialized publics in a clear and unambiguous way.
B16	G11 - Possess the learning skills that allow to continue studying in a self-directed or autonomous way.
C1	ABET (a) - An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering.
C3	ABET (c) - An ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability.
C5	ABET (e) - An ability to identify, formulate, and solve engineering problems.
C7	ABET (g) - An ability to communicate effectively.
C8	ABET (h) - The broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context.
C9	ABET (i) - A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning.
C11	ABET (k) - An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.



Learning outcomes			
Learning outcomes	Study programme competences / results		
Ser capaz de levar a cabo unha simulación de dinámica de fluídos, desde a etapa de pre-procesado á de post-procesado.	AJ4 AJ5 AJ20	BJ1 BJ2 BJ4 BJ6 BJ7 BJ13 BJ16	CJ1 CJ5 CJ8 CJ9 CJ11
Saber xustificar as aproximacións adecuadas cando un enfróntase a un problema de ámbito industrial.		BJ1 BJ2 BJ4 BJ6 BJ7 BJ13 BJ15 BJ16	CJ1 CJ3 CJ5 CJ7 CJ8 CJ11
Dominar os modelos de turbulencia e de capa límite e elixir o máis adecuado en cada caso	AJ4 AJ5 AJ20	BJ1 BJ2 BJ4 BJ6 BJ7 BJ13 BJ16	CJ1 CJ5 CJ11
Saber analizar de forma crítica os resultados das simulacións.	AJ4 AJ5 AJ20	BJ1 BJ2 BJ4 BJ5 BJ6 BJ7 BJ13 BJ15 BJ16	CJ1 CJ3 CJ5 CJ7 CJ8 CJ11
Saber analizar de forma crítica os resultados das simulacións.	AJ4 AJ5 AJ20	BJ1 BJ2 BJ4 BJ5 BJ6 BJ7 BJ13 BJ15 BJ16	CJ1 CJ3 CJ5 CJ8 CJ11



Saber manexar un código CFD comercial e utilízalo para un problema orixinal.	AJ5	BJ1 BJ2 BJ4 BJ6 BJ7 BJ13 BJ15 BJ16	CJ1 CJ3 CJ5 CJ11
--	-----	---	---------------------------

Contents	
Topic	Sub-topic
Introdución á CFD	A dinámica de fluídos A CFD Historia da computación en CFD
Tema 1. Desenvolvemento dunha simulación CFD. Aproximacións e modelos	Identificación das aproximacións e modelos adecuados nunha simulación CFD Exemplos de aplicación. 1. Capa límite sobre placa plana 2. Fluxo contorna a un cilindro 3. Disipador de calor
Tema 2. Desenvolvemento dunha simulación CFD. Etapa de pre-procesado	1. Xeración da malla 2. Condicións de contorno 3. Condicións iniciais 4. Prácticas con OpenFOAM
Tema 3. Desenvolvemento dunha simulación CFD. Etapa de procesado	1. Parámetros de cálculo 2. Fluxos estacionarios e transitorios: control de tempos e solución 3. Monitoraxe da converxencia - Resíduos - Monitoraxe da solución. 4. Resolución de casos con OpenFOAM
Tema 4. Desenvolvemento dunha simulación CFD. Etapa de post-procesado	1. Post-procesado con ParaView 2. Utilidades en OpenFOAM 3. Verificación e validación dos resultados 5. Prácticas con OpenFOAM
Tema 5. Modelización da turbulencia e da capa límite	1. Introdución á turbulencia 2. A capa límite e a súa modelización en CFD 3. Modelización da turbulencia en CFD 4. Estratexias para o tratamento de parede en CFD 5. Prácticas con OpenFOAM
Tema 6. Física avanzada en CFD	1. Fluxos multifásicos. 2. Mallas móbiles 3. Resolución de casos con OpenFOAM
Tema 7. CFD con código comercial	1. Introdución a StarCCM+ 2. Fluxo de traballo Prácticas con StarCCM+
Proxecto CFD individual	Cada alumno escollerá un caso dentro dunha lista proposta a principios do cuadrimestre polo profesor da materia.

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours



ICT practicals	A4 A5 A20 B1 B2 B4 B13 B16 B7 B6 C1 C5 C9 C11	4	14	18
Supervised projects	A4 A5 A20 B2 B4 B5 B13 B15 B16 B7 B6 C3 C5 C7 C8 C11	5	14	19
Guest lecture / keynote speech	B1 B13 B16 B6 C1 C5 C8 C9 C11	12	24	36
Personalized attention		2	0	2
(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.				

Methodologies	
Methodologies	Description
ICT practicals	Metodoloxía que permite ao alumnado aprender de forma efectiva, a través de actividades de carácter práctico (demostracións, simulacións, etc.) a teoría dun ámbito de coñecemento, mediante a utilización das tecnoloxías da información e as comunicacións.
Supervised projects	Metodoloxía deseñada para promover a aprendizaxe autónoma dos estudantes, baixo a tutela do profesor e en escenarios variados (académicos e profesionais). Está referida prioritariamente á aprendizaxe do "como facer as cousas". Constitúe unha opción baseada na asunción polos estudantes da responsabilidade pola súa propia aprendizaxe. Este sistema de ensino baséase en dous elementos básicos: a aprendizaxe independente dos estudantes e o seguimento desa aprendizaxe polo profesor tutor.
Guest lecture / keynote speech	Exposición oral complementada co uso de medios audiovisuais e a introdución dalgunhas preguntas dirixidas aos estudantes, coa finalidade de transmitir coñecementos e facilitar a aprendizaxe.

Personalized attention	
Methodologies	Description
Supervised projects ICT practicals	As prácticas consisten na familiarización co código CFD OpenFoam de código aberto e a realización de tutoriais básicos incluíndo: xeración de malla, parametrización do solver e post-procesado dos resultados. Esta actividade levará a cabo baixo a dirección do profesor, que resolverá todas as dificultades coas que os estudantes se atopen.  O traballo tutelado consiste na resolución dun caso práctico con OpenFoam. Empezarase na aula co apoio do profesor para resolver un máximo de dúbidas e o alumno finalizarao de forma autónoma.

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Supervised projects	A4 A5 A20 B2 B4 B5 B13 B15 B16 B7 B6 C3 C5 C7 C8 C11	Avaliación dunha memoria. Avaliación da presentación dos alumnos diante dos seus compañeiros.	70
ICT practicals	A4 A5 A20 B1 B2 B4 B13 B16 B7 B6 C1 C5 C9 C11	Exercicios de simulación con Star-CCM+	30

Assessment comments



Traballo autónomo individual. Será necesario entregar os materiais (documento e presentación) en tempo e forma. Ademais, requirirá a exposición oral pública, empregando para iso a presentación entregada. Terase en conta para a avaliación desta actividade a memoria e a presentación entregada así como as contestacións ás preguntas do profesor durante a presentación obrigatoria. A non realización da presentación supoñerá unha nota de cero. Criterios xerais de avaliación: \* Claridade, extensión e calidade da memoria do traballo. \* Claridade e calidade da exposición oral do traballo. \* Dominio do tema e adecuación das contestacións do alumno ás preguntas do profesor na sesión de exposición. Nesta asignatura non se acepta dispensa académica.

Se un alumno non supera a materia na primeira oportunidade, na segunda oportunidade e na convocatoria adiantada unicamente poderá entregar a revisión e mellora daqueles traballos entregados e cualificados como non aptos previamente.

## Sources of information

<b>Basic</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- C J Greenshields (2018). OpenFoam User guide. Version 6. The OpenFoam Foundation</li><li>- H K Versteeg, W. Malalasekera (2007). An introduction to Computational Fluid Dynamics. Pearson. Prentice Hall</li><li>- C.J. Greenshields, H. Weller (2022). Notes on Computational Fluid Dynamics: General Principles. CFD Direct</li></ul>
<b>Complementary</b>	

## Recommendations

### Subjects that it is recommended to have taken before

Computational Methods for Continuous Media/730497221

Finite Volume Method in CFD/730497222

### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Simulation of Mechanic and Structural Systems/730497224

### Subjects that continue the syllabus

### Other comments



O alumno ha de adquirir

nos seus estudos anteriores unhas competencias en mecánica de fluídos, elasticidade e métodos numéricos equivalentes ás que se adquiren nun grao de enxeñería industrial. Para

axudar a conseguir unha contorna inmediata sostida e cumprir co obxectivo da acción número 5: "Docencia e investigación saudable e sustentable ambiental e social" do "Plan de Acción Green Campus Ferrol":

1.- A entrega dos traballos documentais que se realicen nesta materia:

- 1.1. Solicitarse en formato virtual e/ou soporte informático.
- 1.2. Realizarse a través de Moodle, en formato dixital sen necesidade de imprimilos
- 1.3. De se realizar en papel:

- Non se empregarán plásticos.

- Realizarse impresións a dobre cara. - Empregarase papel reciclado.
- Evitarase a impresión de borradores.

2.- Débese facer un uso sostible dos recursos e a prevención de impactos negativos sobre o medio natural.

3.- Débese ter en conta a importancia dos principios éticos relacionados cos valores da sustentabilidade nos comportamentos persoais e profesionais.

4.- Segundo se recolle nas distintas normativas de aplicación para a docencia universitaria deberase incorporar a perspectiva de xénero nesta materia (usarse linguaxe non sexista, utilizarase bibliografía de autores de ambos os sexos, propiciarse a intervención en clase de alumnos e alumnas...).

(\* )The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.