

**Proyecto / Guía docente de la asignatura**

Asignatura	Herramientas para el modelado y simulación en transformaciones energéticas		
Titulación	Máster en Energía: Generación, gestión y uso eficiente		
Plan	616	Código	54373
Periodo de impartición	PRIMER CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OB
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	4,5		
Lengua en que se imparte	ESPAÑOL		
Profesor/es responsable/s	JOSÉ BENITO SIERRA PALLARES		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	jsierra@eii.uva.es 983 184536		
Horario de tutorías	Véase www.uva.es →		
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA Y FLUIDOMECÁNICA		

1. Situación / Sentido de la Asignatura**1.1 Contextualización**

Esta asignatura se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso y parte de las competencias desarrolladas en las asignaturas básicas de los grados que dan acceso al máster, las cuales se revisan en el primer tema del programa.

La materia se estructura en dos bloques, en el primero de los cuales se desarrolla el comportamiento energético de los edificios y sus sistemas térmicos, derivado de los correspondientes balances de materia y energía conocidos. En este mismo bloque se aborda también el estudio de procesos químicos. El segundo bloque desarrolla aspectos relativos a los fenómenos de transporte, las ecuaciones de conservación (especialmente en forma diferencial), flujos laminares y turbulentos, la resolución numérica de las ecuaciones de la mecánica de fluidos y fundamentos de instalaciones hidráulicas.

1.2 Relación con otras materias

Matemáticas

Física

Ingeniería Térmica y Fluidomecánica

1.3 Prerrequisitos

Para un adecuado seguimiento de la asignatura, es preciso un dominio suficiente de:

- el cálculo diferencial, cálculo integral, ecuaciones diferenciales.
- la mecánica del sólido rígido.
- el primer y segundo principios de la termodinámica.

Así como:

- capacidad para la resolución de problemas matemáticos. Aptitud para aplicar conocimientos sobre cálculo diferencial e integral, y ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales
- comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la física.

2. Competencias

2.1 Generales

- CG1: Capacidad de expresión oral
- CG2: Capacidad de expresión escrita
- CG3: Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma
- CG4: Capacidad de resolución de problemas
- CG5: Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
- CG6: Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz
- CG9: Capacidad de evaluar
- CG10: Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y para elaboración de informes técnicos

2.2 Específicas

- CE2: Conocimiento y aplicación de sistemas de medida y control en sistemas energéticos
- CE3: Conocimiento y aplicación de herramientas de cálculo para sistemas energéticos

3. Objetivos

- Comprender el efecto de la conservación de materia y energía en el comportamiento dinámico de los edificios.
- Conocer los fundamentos de métodos de modelado de edificios de distintos niveles de complejidad.
- Identificar las condiciones de diseño en la simulación de edificios.
- Conocer los sistemas de HVAC más usuales y comprender su funcionamiento.
- Modelar el comportamiento de ciertos sistemas HVAC en su interacción con el edificio.
- Conocer las herramientas más habituales del modelado de procesos químicos.
- Plantear modelos de procesos químicos sencillos.
- Identificar y evaluar las propiedades básicas de transporte de los fluidos y los parámetros fundamentales del flujo.
- Conocer los métodos de análisis y las leyes fundamentales que gobiernan el comportamiento de los fluidos.
- Identificar las variables más relevantes que gobiernan un movimiento fluido particular.
- Comprender los mecanismos básicos de los flujos laminar y turbulento así como sus implicaciones prácticas.
- Conocer los métodos de resolución numérica principales de las ecuaciones de la mecánica de fluidos
- Valorar los resultados experimentales y de cálculo.



Plantear y resolver problemas en equipo.

4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	25	Estudio y trabajo autónomo individual	50
Clases prácticas		Estudio y trabajo autónomo grupal	17,5
Laboratorios	20		
Prácticas externas, clínicas o de campo			
Seminarios			
Otras actividades			
Total presencial	45	Total no presencial	67,5

5. Bloques temáticos

Bloque 1: Modelado de sistemas térmicos y químicos

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Este bloque comienza introduciendo la materia a través del repaso de los conceptos fundamentales de conservación de materia y energía, así como de la transferencia de calor y masa. Se desarrolla el comportamiento energético de sistemas enfocado en primer lugar al balance de edificios, comprendiendo los fundamentos de modelos de distinta complejidad y desarrollando el modelado de ejemplos mediante software de simulación. Seguidamente, se aborda el modelado de sistemas HVAC. Finalmente, se introduce el modelado de procesos químicos, desarrollando ejemplos mediante herramientas habituales.

b. Objetivos de aprendizaje

Conocer los fundamentos del balance de materia y energía, así como de la transferencia de calor y masa. Trasladar estos conocimientos a su aplicación en edificios y sistemas térmicos. Comprender los procedimientos más habituales de modelado de diverso nivel de dificultad. Plantear el modelado de edificios, sistemas y procesos químicos, aplicándolo mediante software habitual.

c. Contenidos

1. Introducción

- 1.1. Conceptos de termodinámica. Balances de materia y energía.
- 1.2. Conceptos de transferencia de calor y masa.
- 1.3. Modelado energético.
- 1.4. Simulación dinámica.

2. Comportamiento energético de edificios.



- 2.1. Balances energéticos y transferencia de calor aplicados a edificios.
- 2.2. Tipos de modelos.
- 2.3. Condiciones exteriores de diseño: datos climáticos y tratamiento de la radiación.
- 2.4. Condiciones interiores de diseño: iluminación y confort térmico.
- 2.5. Infiltraciones y ventilación.
- 2.6. Ejemplos de modelado.
- 3. Sistemas de climatización y energías renovables.**
 - 3.1. Tipos de instalaciones HVAC. Sistemas de energías renovables.
 - 3.2. Tipos de modelos.
 - 3.3. Ejemplos de modelado.
- 4. Orientación del análisis de resultados y utilidades avanzadas.**
 - 4.1. Estudios paramétricos.
 - 4.2. Optimización.
 - 4.3. Co-simulación.
- 5. Procesos químicos.**
 - 5.1. Introducción: aplicaciones de interés.
 - 5.2. Tipos de herramientas habituales.
 - 5.3. Ejemplos de modelado.

d. Métodos docentes

Clases de aula teóricas. Clases en aula de simulación con software de simulación de edificios y sistemas y de modelado de procesos químicos.

e. Plan de trabajo

Semanas 1-7

f. Evaluación

La evaluación de la asignatura se encuentra recogida en el apartado 7 de esta guía docente

g. Bibliografía básica

Rey Martínez, F.J.; Velasco Gómez, E. "Curso universitario de Ingeniería de Climatización". Valladolid (2006).

"Fundamentos de Climatización para instaladores e ingenieros recién titulados". Atecyr. ISBN: 978-84-95010-34-6

Pizzetti, C. "Acondicionamiento del aire y refrigeración. Teoría y Cálculo de las instalaciones". 2ª edición española. Ed Bellisco. Madrid (1991).

TRNSYS 17 Documentation (2012) Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin-Madison



h. Bibliografía complementaria

- Hensen, J. L., & Lamberts, R. (Eds.). (2012). Building performance simulation for design and operation. Routledge.
- Clarke, J. (2007). Energy simulation in building design. Routledge.
- Jana, A. K. (2018). Chemical process modelling and computer simulation. PHI Learning Pvt. Ltd.

i. Recursos necesarios

Pizarra, Ordenador /Cañón

Bloque 2: Dinámica de fluidos computacional

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Se comenzará introduciendo la dinámica de fluidos computacional como una parte de la mecánica de fluidos. Posteriormente, se recordará la aplicación de las ecuaciones generales de la mecánica de fluidos en forma integral y se deducirán las formas diferenciales. Se describen los principios métodos de resolución numérica de las ecuaciones que gobiernan los distintos flujos. Posteriormente se particularizará en los casos de flujos turbulentos. El bloque temático finaliza con un tema resumen de buenas prácticas en dinámica de fluidos computacional.

b. Objetivos de aprendizaje

Conocer los principios físicos de los diferentes mecanismos de transporte en fluidos. Conocer las leyes que rigen el transporte molecular de masa, cantidad de movimiento y energía. Identificar y evaluar las propiedades básicas de transporte de los fluidos y los parámetros fundamentales del flujo. Plantear las ecuaciones generales que rigen el movimiento del fluido en cada caso así como sus condiciones de contorno. Plantear los métodos de resolución numérica de dichas ecuaciones generales. Ser capaces de integrar el conocimiento adquirido en las clases teóricas en el laboratorio de simulación utilizando un software de dinámica de fluidos computacional.



c. Contenidos

6. Introducción a la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)

- 6.1. ¿Qué es la CFD?
- 6.2. Ventajas e inconvenientes
- 6.3. Aplicaciones en el campo de la energía

7. Ecuaciones generales de conservación en mecánica de fluidos

- 7.1. Ecuación de conservación de la masa
- 7.2. Ecuación de conservación de la cantidad de movimiento
- 7.3. Ecuación de conservación de la energía
- 7.4. Ecuación de conservación de las especies
- 7.5. Forma general de la ecuación de conservación
- 7.6. Condiciones de contorno
- 7.7. Propiedades físicas
- 7.8. Existencia y unicidad de la solución: movimiento turbulento

8. Turbulencia

- 8.1. Introducción
- 8.2. Naturaleza y características de la turbulencia
- 8.3. Origen de la turbulencia. Inestabilidades
- 8.4. Descripción del mecanismo de cascada de energía y las escalas de la turbulencia
- 8.5. Ecuaciones de Reynolds
- 8.6. Métodos de cálculo y análisis de flujos turbulentos
- 8.7. Capa límite turbulenta. Ley de pared

9. Aspectos numéricos de la dinámica de fluidos computacional

- 9.1. Introducción
- 9.2. Balance en una celda
- 9.3. Esquemas de discretización
- 9.4. Acoplamiento presión-velocidad
- 9.5. Solución de ecuaciones discretizadas
- 9.6. Flujos no estacionarios
- 9.7. Implementación de condiciones de contorno
- 9.8. Modelado de la turbulencia
- 9.9. Modelado de la capa límite
- 9.10. Generación de mallas

10. Buenas prácticas en CFD

- 10.1. Geometría y diseño de la malla
- 10.2. Incertidumbre numérica. Convergencia
- 10.3. Condiciones de contorno turbulentas
- 10.4. Verificación, validación y calibración



d. Métodos docentes

Clases de aula teóricas. Clase de aula de problemas. Prácticas de laboratorio en aula de simulación con software comercial de dinámica de fluidos computacional.

e. Plan de trabajo

Semanas 8 - 14

f. Evaluación

La evaluación de la asignatura se encuentra recogida en el apartado 7 de ésta guía docente

g. Bibliografía básica

Mecánica de Fluidos. A. Crespo.

Computational Fluid Dynamics: An introduction. H. K. Versteeg y W. Malalasekera. Prentice-Hall, 2002

Computational Fluid Dynamics for Engineers. B. Andersson y otros. Cambridge University Press, 2014

h. Bibliografía complementaria

Fenómenos de Transporte. R. B. Bird, W. Stewart y E. Lightfoot. Wiley, 2002

Técnicas numéricas en Ingeniería de Fluidos. J. M. Fernández – Oro. Editorial Reverté.

i. Recursos necesarios

Pizarra, Ordenador /Cañón



6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1	2,25	Semanas 1 – 7
Bloque 2	2,25	Semanas 8 – 14

7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Pruebas escritas intermedias	50%	Cuestiones y/o problemas sobre la materia vista hasta ese momento.
Proyectos de simulación	50 %	Realización casos prácticos de simulación

Cada bloque computará un 50% de la nota final de la asignatura.

8. Consideraciones finales

La programación en semanas y la carga en ECTS debe considerarse como una aproximación.

Se usará el Campus Virtual para proporcionar al alumno materiales y recursos.