Guía docente
820464 - SCMFTTCM - Simulación Computacional en Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor

Última modificación: 22/06/2023

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

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES (Plan 2010). (Asignatura optativa).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: RICARDO TORRES CAMARA

Otros: Primer quadrimestre:
RICARDO TORRES CAMARA - Grup: T10

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura desarrollará sus contenidos con una metodología expositiva y participativa a la hora de impartir los contenidos teóricos. El estudiante deberá realizar trabajo individual para la comprensión, el análisis y la síntesis de la teoría. Además, el trabajo en equipo será necesario para afrontar problemas más complejos tanto teóricos como de simulación.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo grande	30,0	20.00
Horas grupo pequeño	30,0	20.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

TEMA 1. INTRODUCCIÓN

Descripción:
Entender los objetivos tanto de la modelización matemática de la dinámica de procesos termofluidodinámicos como de su simulación numérica computacional. Comprender el alcance de los simuladores numéricos y dinámicos y conocer algunas propuestas comerciales y de libre distribución: Matlab, Scilab, OpenFoam, Comsol, Fluent. Contextualizar los análisis dinámicos en el marco de sistemas de control de procesos.

Objetivos específicos:
1. Presentación y objetivos
2. Modelos matemáticos y respuestas dinámicas de sistemas termofluidodinámicos
3. Simulación numérica y dinámica de fluidos computacional
4. Entornos y herramientas de programación y simulación
5. Introducción a ladinámica de sistemas termofluidodinámicos y su aplicación a sistema de control de procesos. Eliminación del efecto de perturbaciones externas. Estabilidad de los procesos. Clasificación de las variables

Dedicación: 1h
Grupo grande/Teoría: 1h

TEMA 2. MODELOS MATEMÁTICOS

Descripción:
Saber elaborar modelos matemáticos con los que describir el comportamiento de sistemas físicos de distinta índole tecnológica. Saber elaborar la formulación de modelos haciendo uso del principio de conservación identificando las variales y ecuaciones de estado así como el establecimiento ulterior de modelos input-output.

Objetivos específicos:
1. Elaboración de modelos matemáticos de sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos y térmicos. 2. Comportamientos estático y dinámico. 3. Tiempos muertos y retraso de transporte. 4. Variables y ecuaciones de estado. 5. Aplicación del principio de conservación 6. Modelos entrada/salida y grados de libertad 7. Ejemplos.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

TEMA 3. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO

Descripción:
Entender la importancia de la linealización de los modelos matemáticos y valorar las dificultades de comportamientos no lineales. Identificar comportamientos de primer y segundo orden en unidades de proceso típicas en ingeniería de fluidos e ingeniería térmica.

Objetivos específicos:
1. Sistemas lineales y no lineales. Linealización 2. Transformada de Laplace 3. Funciones de transferencia. Polos y ceros 4. Análisis cualitativo de la respuesta de sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos y térmicos de primer orden, de segundo orden y de orden superior 5. Resolución numérica de problemas de valor inicial 6. Métodos de Runge-Kutta 7. Estabilidad y rigidez 8. Métodos adaptativos 9.Ejemplos.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

TEMA 4. SISTEMAS REALIMENTADOS

Descripción:
Comprender la impotancia de las configuraciones de control realimentado en los sitemas de control de procesos: asegurar el cumplimiento de los ojetivos del control, eliminación de los efectos de las perturbaciones, asegurar la estabilidad de respuesta del sistema. Ejemplo. Tipo de controladores. Configuración PID. Ejemplos

Objetivos específicos:
1. Aplicación a sistemas de control de procesos 2. Objetivos y configuraciones de control 3. Control por realimentación. Diagramas de bloques y respuesta de lazo cerrado 4. Controladores: selección y su efecto sobre la respuesta del sistema 5. Estabilidad 6. Ejemplos.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

TEMA 5. INTRODUCCIÓN CFD

Descripción:
1. Introducción a la dinámica de fluidos computacional 2. Etapas: modelo matemático, discretización, análisis, resolución 3. Ecuaciones en derivadas parciales 4. Leyes de conservación 5. Ecuación de convección-difusión

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

TEMA 6. TÉCNICAS DE DISCRETIZACIÓN

Descripción:
1. Técnicas de discretización: diferencias finitas, volúmenes finitos y elementos finitos. Conceptos básicos 2. Problemática de la convección 3. Esquemas implícitos y explícitos. Número de Courant. Ejemplos 4. Técnicas computacionales para la resolución de sistemas de ecuaciones. Métodos directos. Métodos iterativos 5. Sobrerrelajación 6. Preacondicionamiento 7. Descripcion métodos multigrid 8. Ejemplos.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

TEMA 7. SISTEMAS ACOPLADOS Y NO LINEALES

Descripción:
Conocer las diferentes técnicas de solución de sistemas de ecuaciones algebraicos (no) lineales. Entender la relación con los problemas de varios fenómenos físicos acoplados (multifisica)

Objetivos específicos:
Esquemas de linealizacion: Picard y Newton.Estrategias de solución: monolítica, iterativa por bloques, paso fraccionado

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

A lo largo del curso se plantearan cuestiones, ejercicios y problemas relacionados con los tópicos del curso que deberán presentarse en los términos que se consideren más apropiados en cada momento en función de la complejidad o número de estudiantes involucrados: semanales, mensuales o finales.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Hirsch, Charles. Numerical computation of internal and external flows : fundamentals of computational fluid dynamics [en línea]. Second edition. Oxford, England: Butterworth-Heinemann, [2007] [Consulta: 20/09/2023]. Disponible a: https://discovery.upc.edu/permalink/34CSUC_UPC/19srfpi/cdi_askewsholts_vlebooks_9780080550022. ISBN 9786611019280.
- Lewis, Roland Wynne; Nithiarasu, Perumal; Seetharamu, Kankanhalli N. Fundamentals of the finite element method for heat and fluid flow. Chichester: Wiley, 2004. ISBN 9780470847886.
- Versteeg, H. K.; Malalasekera, W.. An Introduction to computational fluid dynamics : the finite volume method. 2nd ed. London: Pearson Education, 2007. ISBN 9780131274983.

Complementaria:

- Kiusalaas, Jaan. Numerical methods in engineering with MATLAB. 3rd ed.. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 2016.
- Elman, Howard C.; Silvester, David J.; Wathen, Andrew J. Finite elements and fast iterative solvers : with applications in incompressible fluid dynamics. Oxford: Oxford University Press, 2005. ISBN 019852868X.
- Durbin P. A.; Pettersson Reif; B. A. Statistical Theory and Modeling for Turbulent Flows. John Wiley & Sons, Ltd, 2011.
- Leschziner, M. Statistical Turbulence Modelling For Fluid Dynamics - Demystified : An Introductory Text For Graduate Engineering Students. Imperial College Press, 2015. ISBN 9781783266616.
- Ford, William. Numerical Linear Algebra with Applications : Using MATLAB. Academic Press, 2014. ISBN 9780123944351.
- Chapra, Steven C.; Canale, Raymond P. Métodos numéricos para ingenieros [en línea]. 7a edición. México: McGraw Hill, 2015 [Consulta: 20/09/2023]. Disponible a: https://discovery.upc.edu/permalink/34CSUC_UPC/11q3oqt/alma991001706889706711. ISBN 9781456267346.
- Donéa, J.; Huerta, Antonio. Finite element methods for flow problems. Chichester: John Wiley & Sons, cop. 2003. ISBN 0471496669.
- Chung, T. J. Computational fluid dynamics. Cambridge, UK [etc.]: Cambridge University Press, 2002. ISBN 0521594162.
- Anderson, John David. Computational fluid dynamics. New York [etc.]: McGraw-Hill, cop. 1995. ISBN 0070016852.
- McDonough, J. M. Introductory Lectures on Turbulence: Physics, Mathematics Modeling [en línea]. Kentucky: University of Kentucky, 2007 [Consulta: 20/09/2023]. Disponible a: https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1001&context=me_textbooks.
- Pope, S. B. Turbulent flows. Cambridge, UK [etc.]: Cambridge University Press, 2023. ISBN 0521591252.
- Hoffman, Joe D.. Numerical methods for engineers and scientists. New York [etc.]: CRC Press, cop. 2001. ISBN 9780824704438.