Guía docente 295TM126 – Problemas Multifísica en Ingeniería

Unidad responsable:	Escuela de Ingeniería de Barcelona Este			
Unidad que imparte:	712 - EM - Departamento de Ingeniería Mecánica 729 - MF - Departamento de Mecánica de Fluidos 737 - RMEE - Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería			
Curso	2026	**Créditos**		*6*
Idiomas		Castellano, Inglés, Catalán		

PROFESSORADO

Professorado responsable:	Inocencio Castañar Pérez
Otros:	Ricardo Javier Príncipe Rubio Francesco Capuano Ignasi de Pouplana Julio Marcelo Martí

CAPACIDADES PREVIAS

- Mecánica de medios continuos (cinemática y tensiones).
- Mecánica de fluidos y transferencia de calor.
- Fundamentos de electromagnetismo y termodinámica.
- Cálculo vectorial y nociones de ecuaciones diferenciales.

METODOLOGIAS DOCENTES

La metodología docente combina sesiones de teoría en grupo grande, sesiones prácticas en grupo pequeño y trabajo autónomo.
Las sesiones de teoría presentan los fundamentos generales de los problemas acoplados y los principios físicos y matemáticos de los acoplamientos termomecánico, fluido-estructura, electromecánico y magnetomecánico.
En cada uno de los tres bloques temáticos se realiza una práctica de laboratorio, experimental y/o computacional, orientada a observar y analizar los fenómenos estudiados y a comparar los resultados con modelos analíticos o numéricos.
Cada bloque incluye además un proyecto de simulación multifísica, desarrollado parcialmente durante las sesiones de grupo pequeño y completado mediante trabajo autónomo. En estos proyectos, el estudiantado debe plantear el problema, identificar los campos físicos implicados, establecer las hipótesis del modelo, configurar la simulación con software comercial y analizar críticamente los resultados.
El trabajo por bloques se organiza siguiendo un enfoque de aprendizaje basado en proyectos (ABP), en el que cada bloque culmina en un proyecto de simulación multifísica resuelto de forma autónoma.

OBJECTIVOS DE APRENENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Identificar y clasificar problemas multifísica según el tipo de acoplamiento: unidireccional o bidireccional, débil o fuerte, monolítico o particionado.
- Comprender los principios físicos y las ecuaciones que gobiernan los acoplamientos termomecánico, fluido-estructura, electromecánico y magnetomecánico.
- Plantear y resolver problemas acoplados mediante software comercial de simulación multifísica.
- Comparar y validar los resultados de simulación mediante estimaciones analíticas, datos experimentales o resultados de referencia.
- Aplicar una metodología común de modelización, simulación y análisis crítico a los proyectos desarrollados en cada uno de los bloques de la asignatura.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DE L'ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	21,0	14.00
Horas grupo pequeño	21,0	14.00
Horas aprendizaje autónomo	108,0	72.00
Dedicación total:	150,0	

CONTENIDOS

Temario 1: Fundamentos de los problemas acoplados

Descripción:
Concepto de problema multifísica y de campo acoplado. Acoplamiento unidireccional y bidireccional; débil y fuerte. Estrategias de resolución monolíticas y particionadas. Transferencia de información entre campos físicos y condiciones de acoplamiento en las interfaces. Introducción a la verificación y validación de modelos multifísica. Panorámica del software comercial de simulación multifísica y ejemplos de aplicaciones industriales.

Actividades vinculadas:
Bloque introductorio.

Dedicación: 9 h
Grupo grande/Teoría: 3 h
Actividades dirigidas / en grupo pequeño: 0 h
Aprendizaje autónomo: 6 h

Temario 2:	Termomecánica

Descripción:
Fundamentos de la transferencia de calor en sólidos. Dilatación térmica, deformaciones y tensiones de origen térmico. Acoplamiento termomecánico unidireccional. Influencia de la temperatura en las propiedades de los materiales. Aplicaciones a gradientes y cargas térmicas, como frenos de disco y tuberías. Simulación de problemas termomecánicos con software comercial.

Actividades vinculadas:
Práctica de laboratorio y proyecto de simulación del bloque de Termomecánica.

Dedicación: 47 h
Grupo grande/Teoría: 6 h
Actividades dirigidas / en grupo pequeño: 7 h
Aprendizaje autónomo: 34 h

Temario 3:	Fluidos acoplados e interacción fluido-estructura

Descripción:
Flujo no isotermo y transferencia de calor conjugada entre sólidos y fluidos. Interacción fluido-estructura (FSI) con acoplamiento unidireccional y bidireccional. Condiciones cinemáticas y dinámicas en la interfaz fluido-estructura. Estrategias de resolución particionadas e intercambio de información entre los dominios fluido y estructural. Simulación de problemas de dinámica de fluidos computacional acoplados con el análisis estructural mediante software comercial.

Actividades vinculadas:
Práctica de laboratorio y proyecto de simulación del bloque de Fluidos acoplados e interacción fluido-estructura.

Dedicación: 47 h
Grupo grande/Teoría: 6 h
Actividades dirigidas / en grupo pequeño: 7 h
Aprendizaje autónomo: 34 h

Temario 4:	Electromecánica y magnetomecánica

Descripción:
Acoplamiento entre campos eléctricos, magnéticos y mecánicos. Acoplamiento constitutivo en materiales piezoeléctricos y acoplamiento mediante fuerzas de campo en problemas electrostáticos y magnetostáticos. Elasticidad lineal acoplada con campos eléctricos y magnéticos. Tensor de tensiones de Maxwell. Materiales piezoeléctricos y ferromagnéticos. Aplicaciones a sensores y actuadores electromecánicos y magnéticos. Simulación de problemas electromecánicos y magnetomecánicos con software comercial.

Actividades vinculadas:
Práctica de laboratorio y proyecto de simulación del bloque de Electromecánica y magnetomecánica.

Dedicación: 47 h
Grupo grande/Teoría: 6 h
Actividades dirigidas / en grupo pequeño: 7 h
Aprendizaje autónomo: 34 h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓN

Proyecto del Bloque de Termomecánica (P1) = 20 %
Proyecto del Bloque de Fluidos acoplados e interacción fluido-estructura (P2) = 20 %
Proyecto del Bloque de Electromecánica y magnetomecánica (P3) = 20 %
Examen oral final (EO) = 40 %
Nota final (Nf) = 0,20·P1 + 0,20·P2 + 0,20·P3 + 0,40·EO

Especificación
1. Cada proyecto de bloque se desarrolla con software de simulación y se evalúa a partir de la memoria entregada y de los resultados obtenidos.
2. El examen oral final evalúa la comprensión de los fundamentos teóricos y la capacidad de clasificar y plantear problemas multifísica.

BIBLIOGRAFIA

Básica:

Zienkiewicz, O. C.; Taylor, R. L.; Zhu, J. Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. 7ª ed. Butterworth-Heinemann, 2013.
Bazilevs, Y.; Takizawa, K.; Tezduyar, T. E. Computational Fluid–Structure Interaction: Methods and Applications. Wiley, 2013.
Ikeda, T. Fundamentals of Piezoelectricity. Oxford University Press, 1996.
Dorfmann, A. L.; Ogden, R. W. Nonlinear Theory of Electroelastic and Magnetoelastic Interactions. Springer, 2014.

Complementaria:

Documentación de referencia de ANSYS (Ansys Student y Ansys Electronics Desktop Student).

RECURSOS

Otros recursos:

Material de clase disponible en ATENEA.
Software: Ansys Student (Workbench/Mechanical) y Ansys Electronics Desktop Student (Maxwell).