Guía docente
250951 - ELEMFINIT - Elementos Finitos

Última modificación: 28/03/2024

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona
Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA (Plan 2012). (Asignatura obligatoria).
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN MECÁNICA COMPUTACIONAL (Plan 2013). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: PAVEL RYZHAKOV

Otros: PEDRO DIEZ MEJIA, PAVEL RYZHAKOV, JOSE FRANCISCO ZARATE ARAIZA

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura consta de 4 horas a la semana de clases presenciales en un aula.

En parte de las horas de clase el profesorado expone los conceptos y materiales básicos de la materia, presenta ejemplos y realiza ejercicios.

El resto de las horas se dedica a la resolución de problemas con una mayor interacción con los estudiantes. Se realizan ejercicios prácticos con el fin de consolidar los objetivos de aprendizaje generales y específicos.

Se utiliza material de apoyo en formato de plan docente detallado mediante el centro virtual de CIMNE: contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Este curso introduce al alumno en los conceptos básicos del Método de los elementos finitos, incluyendo los planteamientos de la formulación básica, análisis de los métodos obtenidos y aspectos esenciales de su implementación. Se analizarán problemas lineales de aspecto práctico como la transferencia de calor y la elasticidad, complementándose con ejercicios prácticos.

* El alumno será capaz de entender y asimilar los fundamentos del análisis lineal de elementos finitos, obtener la forma débil de la formulación variacional y su solución, así como conocer la estructura básica de un programa de elementos finitos.
*Comprender porque el método de los elementos finitos se aproxima a la solución de las PDE, considerando los errores de truncamiento, consistencia convergencia y estabilidad de la solución de un sistema lineal de ecuaciones y problemas de autovalores
*Resolver a mano problemas lineales de mecánica y transferencia de calor utilizando EF al tiempo de ser capaz de utilizar adecuadamente un código de EF para obtener resultados de problemas de ingeniería.
*Desarrollar la capacidad de abstracción y síntesis, comprendiendo la estructura de espacio vectorial y concepto de linealidad.
*El alumno deberá adquirir independencia en sus estudios. Ser capaz de implementar y utilizar programas de ordenador para solucionar problemas tipo e interpretar con fundamento los resultados obtenidos.

Introducción al método de los elementos finitos
* Errores
* Sistemas lineales de ecuaciones
* Aproximación e interpolación
* Integración numérica
* Sistemas discretos y sistemas continuos. Introducción al MEF
* Resolución por el MEF de problemas unidimensionales.
* Aplicación a la ecuación de Poisson
* Elementos finitos unidimensionales más avanzados
* Aplicación del MEF a la ecuación de Poisson en dos dimensiones
* Aplicación del MEF a la ecuación de Poisson en tres dimensiones
* Formulación matricial de la solución del problema de Poisson por el MEF
* Obtención de las funciones de forma de elementos bi y tridimensionales de clase C0
* Elementos isoparamétricos bi y tridimensionales
* Problemas de elasticidad bidimensional Recursos para el aprendizaje:
o Notas de clase.
o Zienkiewicz, O.C.; Morgan, K., Finite elements and approximation, Wiley, 1983
o Hughes, T.J.R., The finite element method, Prentice-Hall,1987
o Henwood, D.J., Bonet, J., Finite elements - A gentle introduction, Macmillan, 1997
o Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L., The finite element method: 1 basic formulation and linear problems, Elsevier, 2005
o Huerta, A.; Sarrate, J.; Rodríguez-Ferran, A. Métodos numéricos. Introducción, aplicaciones y programación. Edicions UPC, 1999
o Trefethen, L.N. & Bau, D., Numerical linear algebra, SIAM, 1996
o Saad, Y., Iterative methods for sparse linear systems. Academic Press, 2000
o Burden, R.L.; Faires, J.D. Análisis numérico. Sexta edición. International Thomson Editores, 1998.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	25,5	20.38
Horas grupo mediano	9,8	7.83
Horas grupo pequeño	9,8	7.83
Horas aprendizaje autónomo	80,0	63.95

Dedicación total: 125.1 h

CONTENIDOS

Introducción

Descripción:
* Problemas a resolver: problemas de límites y problemas de valor inicial
* EDPs, condiciones de contorno y condiciones iniciales
* Problemas elipticos parabólicos e hiperbólicos
* Balance y equilibrio.
Ejemplos de problemas físicos.

Dedicación: 4h 48m
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo mediano/Prácticas: 1h
Aprendizaje autónomo: 2h 48m

Conceptos básicos del MEF

Descripción:
* Tipo de aproximación: polinomios a trozos / spline
* forma fuerte
* residuos ponderados: tratamiento de las condiciones de contorno
* método de la colocación de puntos, mínimos cuadrados y formulaciones Galerkin
* forma débil
Ejemplos
Problemas

Dedicación: 9h 36m
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo mediano/Prácticas: 1h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 5h 36m

Problema de Poisson en 1D

Descripción:
* Discretizaciones espaciales y funcionales
* Forma débil: sistema lineal resultante
Ejemplos
Problemas

Dedicación: 16h 48m
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo mediano/Prácticas: 1h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Aprendizaje autónomo: 9h 48m

Elasticidad Lineal 1D

Descripción:
* matriz de rigidez elemental
* ensamblaje en 1D
* desplazamientos prescritos
Elementos isoparamétricos
Ejemplos

Dedicación: 10h 48m
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo mediano/Prácticas: 1h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 6h 18m

Problema de Poisson en 2D y 3D

Descripción:
* ecuaciones básicas
* forma débil
* FEM discretización
* condiciones de contorno
Ejemplos

Dedicación: 7h 11m
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo mediano/Prácticas: 1h
Aprendizaje autónomo: 4h 11m

Elementos cuadraticos y de alto orden

Descripción:
* elementos 2D / 3D
* Elementos isoparamétricos
* Integración numérica
* solución general de la ecuación de Poisson con MEF
Ejemplos

Dedicación: 9h 36m
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Aprendizaje autónomo: 5h 36m

Elasticidad Lineal 2D

Descripción:
* Ecuaciones básicas
* Principio del trabajo virtual (PVW)
* FEM discretización
Ejemplos

Dedicación: 12h
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h
Aprendizaje autónomo: 7h

Convergencia y estimación de errores

Descripción:
* estimaciones de error a priori : relación de convergencia
* estimaciones de error a posteriori
* adaptabilidad de la malla
Ejemplos

Dedicación: 9h 36m
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Aprendizaje autónomo: 5h 36m

Problemas transitorios

Descripción:
* splitting del espacio-tiempo: el método de las líneas
* integración directa en tiempo, estabilidad
* método de Newmark
* Análisis modal
Ejemplos
Problemas

Dedicación: 9h 36m
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h
Aprendizaje autónomo: 5h 36m

Introducción a la programación FEM

Descripción:
Programas MAT FEM y MAT FEM cal

Dedicación: 3h 35m
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Aplicación del MEF a problemas de ingeniería

Descripción:
Apicación del MEF a problemas de ingeniería
Ejemplos

Dedicación: 12h
Grupo mediano/Prácticas: 1h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Aprendizaje autónomo: 7h

Condiciones en el contorno

Descripción:
Condiciones de Dirichlet y Neumann

Dedicación: 2h 24m
Grupo mediano/Prácticas: 1h
Aprendizaje autónomo: 1h 24m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación de la asignatura se obtiene a partir de las calificaciones de evaluación continuada y de las pruebas de evaluación.

La evaluación continua consiste en hacer diferentes homeworks, realizadas durante el curso. La asistencia también será evaluada.

La pruebas de evaluación constaran de una parte con cuestiones sobre conceptos asociados a los objetivos de aprendizaje de la asignatura en cuanto al conocimiento o la comprensión, y de un conjunto de ejercicios de aplicación.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Si no se realiza alguna de las actividades de evaluación continua en el periodo programado, se considerará como puntuación cero.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Oñate, E.; Diez, P.; Zarate, F.; Larese, A. Introduction to the finite element method [en línea]. 2008 [Consulta: 17/03/2021]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2117/184007.
- Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L.; Zhu, J.Z. The Finite element method: its basis & fundamentals. Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2013. ISBN 9781856176330.
- Reddy, J.N. Introduction to the finite element method. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2019. ISBN 9781259861901.