

250951 - ELEMFINIT - Elementos Finitos

Unidad responsable: 250 - ETSECCPB - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

Curso: 2015

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN MECÁNICA COMPUTACIONAL (Plan 2013). (Unidad docente Obligatoria)
MÁSTER UNIVERSITARIO EN MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA (Plan 2012). (Unidad docente Obligatoria)
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA CIVIL (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)

Créditos ECTS: 5 Idiomas docencia: Inglés

Profesorado

Responsable: EUGENIO OÑATE IBAÑEZ DE NAVARRA

Otros: PEDRO DIEZ MEJIA, ANTONIA LARESE DE TETTO, EUGENIO OÑATE IBAÑEZ DE NAVARRA, JOSE FRANCISCO ZARATE ARAIZA

Horario de atención

Horario: Martes de 11:00 a 12: 00

Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

8378. Conocimientos de modelización numérica práctica. Capacidad para adquirir conocimientos en modelización numérica avanzada aplicada a distintas áreas de la ingeniería tales como: o Ingeniería civil y medioambiental o Ingeniería mecánica y aeroespacial o Nanoingeniería y bioingeniería o Ingeniería naval y marina, etc.
8380. Conocimientos de modelización de materiales Capacidad para adquirir los conocimientos relativos a los modelos físicos modernos de ciencia de materiales (modelos constitutivos avanzados) en mecánica de sólidos y de fluidos.
8382. Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.
8383. Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador.
8384. Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

250951 - ELEMFINIT - Elementos Finitos

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.

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

250951 - ELEMFINIT - Elementos Finitos

clase C0

* Elementos isoparamétricos bi y tridimensionales

* Problemas de elasticidad bidimensional

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.

Recursos para el aprendizaje:

Horas totales de dedicación del estudiantado

| | | | |
|------------------------|----------------------------|--------|--------|
| Dedicación total: 125h | Grupo grande/Teoría: | 15h | 12.00% |
| | Grupo mediano/Prácticas: | 15h | 12.00% |
| | Grupo pequeño/Laboratorio: | 7h 30m | 6.00% |
| | Actividades dirigidas: | 7h 30m | 6.00% |
| | Aprendizaje autónomo: | 80h | 64.00% |

250951 - ELEMFINIT - Elementos Finitos

Contenidos

| | |
|---|---|
| <p>Introducción</p> | <p>Dedicación: 4h 48m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 1h Grupo mediano/Prácticas: 1h Aprendizaje autónomo: 2h 48m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Problemas a resolver: problemas de límites y problemas de valor inicial * EDPs, condiciones de contorno y condiciones iniciales * Problemas elípticos parabólicos e hiperbólicos * Balance y equilibrio. <p>Ejemplos de problemas físicos.</p> | |
| <p>Conceptos básicos del MEF</p> | <p>Dedicación: 9h 36m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 1h Grupo mediano/Prácticas: 2h Grupo pequeño/Laboratorio: 1h Aprendizaje autónomo: 5h 36m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> * 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 <p>Ejemplos Problemas</p> | |
| <p>Problema de Poisson en 1D</p> | <p>Dedicación: 9h 36m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 2h Grupo mediano/Prácticas: 1h Grupo pequeño/Laboratorio: 1h Aprendizaje autónomo: 5h 36m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Discretizaciones espaciales y funcionales * Forma débil: sistema lineal resultante <p>Ejemplos Problemas</p> | |

250951 - ELEMFINIT - Elementos Finitos

| | |
|--|---|
| <p>Elasticidad Lineal 1D</p> | <p>Dedicación: 9h 36m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 2h Grupo mediano/Prácticas: 1h Grupo pequeño/Laboratorio: 1h Aprendizaje autónomo: 5h 36m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> * matriz de rigidez elemental * ensamblaje en 1D * desplazamientos prescritos <p>Elementos isoparamétricos Ejemplos</p> | |
| <p>Problema de Poisson en 2D y 3D</p> | <p>Dedicación: 7h 11m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 2h Grupo mediano/Prácticas: 1h Aprendizaje autónomo: 4h 11m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> * ecuaciones básicas * forma débil * FEM discretización * condiciones de contorno <p>Ejemplos</p> | |
| <p>Elementos de alto orden</p> | <p>Dedicación: 9h 36m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 2h Grupo mediano/Prácticas: 2h Aprendizaje autónomo: 5h 36m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> * elementos 2D / 3D * Elementos isoparamétricos * Integración numérica * solución general de la ecuación de Poisson con MEF <p>Ejemplos</p> | |

250951 - ELEMFINIT - Elementos Finitos

| | |
|--|---|
| <p>Elasticidad Lineal 2D y 3D</p> | <p>Dedicación: 12h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 2h Grupo mediano/Prácticas: 2h Grupo pequeño/Laboratorio: 1h Aprendizaje autónomo: 7h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Ecuaciones básicas * Principio del trabajo virtual (PVW) * FEM discretización <p>Ejemplos</p> | |
| <p>Estimaciones de error y adaptabilidad de malla</p> | <p>Dedicación: 9h 36m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 2h Grupo mediano/Prácticas: 2h Aprendizaje autónomo: 5h 36m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> * estimaciones de error a priori : relación de convergencia * estimaciones de error a posteriori * adaptabilidad de la malla <p>Ejemplos</p> | |
| <p>Problemas transitorios</p> | <p>Dedicación: 9h 36m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 1h Grupo mediano/Prácticas: 2h Grupo pequeño/Laboratorio: 1h Aprendizaje autónomo: 5h 36m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> * splitting del espacio-tiempo: el método de las líneas * integración directa en tiempo, estabilidad * método de Newmark * Análisis modal <p>Ejemplos Problemas</p> | |

250951 - ELEMFINIT - Elementos Finitos

| | |
|---|--|
| Introducción a la programación FEM | Dedicación: 3h 35m Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m Aprendizaje autónomo: 2h 05m |
| Descripción: Programas MAT FEM y MAT FEM cal | |
| Aplicación del MEF a problemas de ingeniería | Dedicación: 4h 48m Grupo mediano/Prácticas: 1h Grupo pequeño/Laboratorio: 1h Aprendizaje autónomo: 2h 48m |
| Descripción: Apicación del MEF a problemas de ingeniería Ejemplos | |

Sistema de calificación

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

La evaluación continua consiste en hacer diferentes homeworks, realizadas durante el curso.

La prueba de evaluación constan 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 de realización de las actividades

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

Bibliografía

Básica:

E. Oñate, P. Diez, F. Zarate, A. Lares. Introduction to the Finite Element Method.

O.C. Zienkiewicz and R.L.Taylor. The Finite Element Methods Vol 1. The basis. Butterworth- Heinemann, 2000. ISBN 0 7506 5049 4.

J.N. Reddy. An Introduction to the Finite Element Method. McGraw-Hill, ISBN 0-07-051335-4.