

## **Programa Postgrado :**

MÉTODOS MATEMÁTICOS Y SIMULACIÓN NUMÉRICA EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS.

## **Master : INGENIERÍA MATEMÁTICA**

**Materia:** Elementos finitos I.

**Módulo:** III-Métodos numéricos.

**Número de créditos:** 6

**Profesorado:** Natividad Calvo Ruibal (2,5 C)  
Generosa Fernández Manín (2,5 C)  
Guillermo García Lomba (1,0 C)

### **Objetivos:**

El objetivo de este curso introductorio es presentar las bases, el análisis teórico, las técnicas de implementación y el análisis del error del método de elementos finitos para la resolución de ecuaciones en derivadas parciales. La aplicación práctica a problemas de diversa complejidad se llevará a cabo con la ayuda del paquete COMSOL.

### **Contenidos mínimos:**

- Principio de los trabajos virtuales y métodos de Galerkin.
- Descripción del método de elementos finitos en problemas estacionarios unidimensionales. Formulación, implementación y estimaciones del error.
- Descripción del código COMSOL.
- El método de elementos finitos en problemas elípticos lineales. Estimaciones del error.
- Principales espacios de elementos finitos. Elementos de Lagrange, simpliciales e isoparamétricos.
- Preproceso, proceso y postproceso con COMSOL.
- Aspectos prácticos de la resolución efectiva de problemas estacionarios.
- Implementación, resolución y análisis de resultados de un problema bidimensional.
- Métodos numéricos para problemas parabólicos lineales. Semidiscretización espacial y discretización temporal.
- Análisis de problemas transitorios de transmisión de calor y elasticidad.
- El método de elementos finitos en problemas espectrales.
- Resolución con COMSOL de casos prácticos analizando la influencia de diversos parámetros del método y los resultados obtenidos.
- Introducción a los métodos numéricos para problemas no lineales.

## **Bibliografía**

- Bathe, K.J.** *Finite Element Procedures in Engineering Analysis*. Prentice Hall Inc , 1996.
- Cuvelier, C. – Descloux, J. - Rappaz, J. – Suart, C. - Zwahlen, B.** *Eléments d'équations aux dérivées partielles pour ingénieurs. Théorie et méthodes numériques, 2 vol.* Presses Polytechniques Romandes,1988.
- Eriksson, K. - Estep, D. - Hansbo, P. - Johnson, C.** *Computational differential equations*. Cambridge University Press, 1996.
- Euvrard, D.** *Resolution Numérique des Équations aux Dérivées Partielles: Differences Finies, Elements Finis, Problemes en Domaine non Borne* Masson, Paris, 1994 (3rd ed.),
- Hughes, T. J. R.** *Finite Element Method - Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1987.
- COMSOL User's Guide and Introduction*. COMSOL AB, 2005.
- COMSOL Model Library*. COMSOL AB, 2005.
- COMSOL Reference Manual*. COMSOL AB, 2005.
- Johnson, C.** *Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method* . Cambridge University Press, New York, 1988.
- Raviart, P.A. – Thomas, J.M.** *Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles*. Dunod, Paris, 1998
- Reddy, J.N.** *An Introduction to the Finite Element Method* , Mc Graw - Hill, Singapore, 1993.
- Zimmerman, W.B.J.** *Process Modelling and Simulation with Finite Element Method*, World Scientific, 2005.

## **Competencias, destrezas y habilidades**

Asimilar las propiedades del método de elementos finitos, su rango de aplicación y la precisión obtenida en sus cálculos.

Saber estructurar, con vista a su programación, un programa que resuelva con elementos finitos un problema concreto y manejar con destreza el código COMSOL.

Comprender lo esencial de un código de elementos finitos desarrollando la habilidad necesaria para poder aprender de forma autónoma cualquier otro código genérico de elementos finitos.

## **Metodología de la enseñanza**

A lo largo del curso los profesores expondrán, con el apoyo didáctico de notas escritas que se facilitarán a los alumnos, los contenidos teóricos en el aula: algunos con todo detalle y otros de forma guiada, proponiendo a los alumnos como trabajo la precisión de los mismos. En el aula se introducirán las prácticas a realizar en el laboratorio. Asimismo, el alumno deberá realizar ejercicios teóricos de comprensión del método, prácticos de aplicación a problemas concretos y de laboratorio con problemas reales.

**Sistema de evaluación del aprendizaje**

La asistencia y participación en clase se puntuará un 10% de la nota.

Los trabajos y ejercicios serán valorados con un 30% del total de la nota.

Las prácticas de laboratorio serán todas puntuables y supondrán el 40 % de la nota.

Habrà un examen escrito al que se asignará el 20% restante de la nota.

**Tiempo de estudio y de trabajo personal**

En las clases de aula se explicará la teoría, se resolverán ejercicios y se introducirán las prácticas. Estas sumarán un total de 28 h.

Se dedicarán 14 h a clases de laboratorio, en las que se explicará el código COMSOL y se resolverán problemas de diversa dificultad.

El alumno deberá dedicar 90 horas de estudio y realización de trabajos (ejercicios y prácticas de laboratorio). Algunos de estos trabajos estarán relacionados y coordinados con otras asignaturas de este máster.

**Prerrequisitos**

Para un buen aprovechamiento de esta asignatura es imprescindible conocer y manejar con soltura los contenidos de métodos numéricos que se imparten en Métodos Numéricos I y II. Asimismo se recomienda haber estudiado y comprendido los contenidos de la asignatura Ecuaciones en Derivadas Parciales I.