

# MÁSTER OFICIAL EN ENXEÑERÍA MATEMÁTICA

- **Materia:** Elementos de Contorno

- **Número de créditos:** 3

- **Profesorado:**

Norbert Heuer (2 créditos) y Salim Meddahi Bouras (1 crédito)

- **Prerrequisitos:**

La teoría básica de las ecuaciones en derivadas parciales (*e.d.p.*'s) elípticas de segundo orden y su discretización por el método de elementos finitos.

Lenguaje de programación Fortran 90.

- **Objetivos de la materia:**

En este curso introducimos el método de elementos de contorno y mostramos que es una herramienta de cálculo numérico adecuada para la resolución de *e.d.p.*'s planteadas en dominios exteriores. Presentamos y analizamos las versiones  $h$ ,  $p$  y  $hp$ , y mostramos su funcionamiento mediante experimentos numéricos. Para ilustrar diferentes aspectos teóricos y prácticos del método, nos planteamos como meta resolver un problema de *scattering* acústico en el plano.

- **Contenidos mínimos:**

1. La ecuación de Laplace y la fórmula de representación de su solución.
2. Ecuaciones de operadores integrales para los problemas con condiciones de contorno Dirichlet y Neumann en dos dimensiones.
3. Espacios de Sobolev de índice no-entero y el método de interpolación.
4. El método de elementos de contorno: formulación y estimaciones de error a priori para las versiones  $h$ ,  $p$  y  $hp$ .
5. La ecuación de Helmholtz y el problema de *scattering* acústico.
6. Fórmulas de representación para la ecuación de Helmholtz. El Teorema de Rellich.
7. Solución de la ecuación de Helmholtz mediante ecuaciones integrales de frontera.
8. Discretización de una ecuación de Helmholtz por un método de elementos de contorno.
9. Asociación entre elementos finitos y elementos de contorno para resolver un problema *scattering* acústico en un medio heterogéneo.

- **Bibliografía básica y complementaria:**

1. G. Chen, J. Zhou, *Boundary Element Methods*, Academic Press (London) 1992.
2. W. Hackbusch, *Integral Equations*, Birkhauser (Basel) 1995.
3. A. Kirsch, *An Introduction to the Mathematical Theory of Inverse Problems*, Springer (New York) 1996.
4. R. Kress, *Linear Integral Equations*, Springer (New York) 1999.

5. W.McLean, *Strongly Elliptic Systems and Boundary Integral Equations*, Cambridge University Press (Cambridge) 2000.
6. J. Saranen, G. Vainikko, *Periodic Integral and Pseudodifferential Equations with Numerical Approximation*, Springer (Berlin) 2002.

- **Competencias/destrezas/habilidades:**

1. Conocer los pasos a seguir para la resolución de una ecuación en derivadas parciales mediante el método de elementos de contorno.
2. Conocer las ventajas y limitaciones del método de elementos de contorno.
3. Conocer las fórmulas de representación de la solución y las ecuaciones integrales de frontera para la ecuación de Laplace y la ecuación de Helmholtz.
4. Conocer las formulaciones h, p y hp del método de elementos de contorno.
5. Ser capaz de discretizar una e.d.p. dada por el método de elementos de contorno.
6. Conocer las estimaciones a priori del error para la ecuación de Laplace.
7. Ser capaz de modificar un programa dado en Fortran 90 que resuelva una e.d.p. dada mediante el método de elementos de contorno.
8. Conocer una técnica de acoplamiento de elementos finitos y elementos de contorno para resolver un problema *scattering* acústico en un medio heterogéneo.

- **Metodología de enseñanza:**

Los contenidos teóricos se presentarán mediante lección magistral.

Además, se impartirán clases prácticas de laboratorio en las que, con ayuda del ordenador, los alumnos apreciarán el funcionamiento del método de elementos de contorno para resolver diferentes e.d.p.'s planteadas en dominios exteriores.

- **Sistema de evaluación del aprendizaje:**

La evaluación de la primera parte del curso (contenidos 1.-4.) se hará mediante un examen escrito de dos horas de duración. La evaluación de la segunda parte (contenidos 5.-9.) consistirá en un trabajo dirigido, relacionado con problemas desarrollados parcialmente en clase.

- **Tiempo de estudios y de trabajo personal:**

Se considera que el estudiante debe dedicar alrededor de 45 horas de trabajo a esta asignatura. Este tiempo se distribuirá, de forma aproximada, en 30 horas dedicadas al estudio de los métodos explicados en clase y a la preparación de trabajos teóricos y exámenes, y alrededor de 15 horas dedicadas a la experimentación con los programas informáticos fuera del horario escolar.

- **Recomendaciones para el estudio de la materia:**

Se recomienda a los estudiantes el estudio de los contenidos teóricos que se presenten en las lecciones magistrales a medida que éstos se vayan explicando, así como la experimentación con los programas informáticos que se utilicen en las prácticas de laboratorio. También se recomienda la discusión de las técnicas presentadas con los profesores de la asignatura.