
Formulario de Aprobación Curso de Posgrado 2016

Asignatura: Introducción a la Inversión en Ensayos No Destructivos

Profesor de la asignatura¹: Dr. Ana Abreu, Grado 3, IET

Profesor Responsable Local ¹: Dr. Ana Abreu, Grado 3, IET

Otros docentes de la Facultad: Dr. Alfredo Canelas, Grado 4, IET,
Dr. Alina Aulet, Grado 3, IET

Instituto o Unidad: Instituto de Estructuras y Transporte

Departamento o Área: Estructuras

¹Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

Fecha de inicio y finalización: Fecha tentativa: 20 de marzo – 30 de julio 2016 (fecha alternativa: 10 de septiembre – 10 de diciembre 2016)

Horario y Salón: martes y jueves de 16:00 a 18:00, salón IET

Horas Presenciales: 65

Números de Crédito: 8

Público objetivo y cupos: Ingenieros de todas las áreas de la Facultad, Licenciados en Matemática y Física y áreas de Geociencias que se encuentren realizando cursos de postgrado.

Objetivos: Introducir en los principios básicos de la teoría de inversión, su formulación matemática y su aplicación en ejemplos simples de ingeniería. Presentar algunos de los procedimientos numéricos que son usados frecuentemente para la solución de problemas inversos y comprender las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos. Introducir a la inversión de los campos físicos más comunes haciendo énfasis en el uso del Método de Elementos de Contorno (MEC) para realizar el análisis y su combinación con el Método de la Cuadratura de Convolución (MCC). Saber escoger la parametrización adecuada para cada problema, modificarla y evaluar sus ventajas y desventajas en el proceso de inversión. Simular numéricamente en un entorno familiar (MATLAB, FORTRAN, C++, etc.) los conceptos explicados en los correspondientes bloques teórico-prácticos. Visualizar y corroborar experimentalmente en Laboratorio los resultados numéricos obtenidos en el proceso de simulación/inversión con ejemplos didácticos simples para comprender los conceptos direccionados, principalmente, a Ensayos No Destructivos.

Conocimientos previos exigidos: Ser egresado de Facultad de Ingeniería, Licenciado en Física, Geociencias o Matemática.

Conocimientos previos recomendados: Álgebra Lineal, Cálculo y Métodos Numéricos.

¹ Adjuntar CV reducido

Metodología de enseñanza:

- Horas clase (teórico): 42
- Horas clase (práctico): 12
- Horas clase (laboratorio): 3
- Horas consulta: 4
- Horas evaluación: 4
 - Subtotal horas presenciales: 65
- Horas estudio: 20
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 20
- Horas proyecto final/monografía: 20
 - Total de horas de dedicación del estudiante: 125

Forma de evaluación:

Entrega de trabajos escritos realizados en forma individual y presentación oral de los mismos.

Práctica de laboratorio: Los alumnos no realizarán las prácticas de laboratorio. Los datos medidos en las clases prácticas serán obtenidos por los profesores que serán los que realizarán las prácticas, y pasarán estos datos ya procesados a los alumnos. Los alumnos trabajarán sobre un código computacional desarrollado por ellos y las respectivas medidas de laboratorio ofrecidas.

La nota que corresponde a la teoría y a los problemas numéricos supone el 80% de la nota final y la nota referente a las prácticas el 10% y la presentación oral el otro 10%. La evaluación de la teoría será mediante la realización del trabajo individual que tendrá incluido tanto conceptos teóricos (40% de la nota) como numéricos (40% de la nota) relacionados con los problemas a resolver para cada alumno. La evaluación oral será mediante una exposición individual en fecha a convenir con los alumnos.

Temario:

TEORÍA

Capítulo 1. Problemas directos e inversos. Formulación de problemas directos e inversos para distintos problemas de ingeniería y geofísica. Existencia y unicidad de la solución de problemas inversos. Inestabilidad de la solución de problemas inversos. Formulación de problemas bien y mal puestos. Métodos de solución de problemas mal puestos. Fundamentos de la regularización de la solución de problemas inversos. Selección de parámetros. Sensibilidad. Conceptos físicos y matemáticos asociados. Interpretación de datos físicos. Ejemplos representativos.

PROCEDIMIENTOS NUMÉRICOS

Capítulo 2. Problemas inversos discretos. Métodos numéricos de solución de problemas inversos lineales. Inversión lineal por mínimos cuadrados. Sistema de ecuaciones lineales y sus soluciones. Solución de problemas sobre determinados. Métodos de regularización. Soluciones iterativas para problemas lineales. Solución de ecuaciones lineales por métodos iterativos. Regularización en la solución del problema lineal. Inversión no lineal. Métodos tipo gradientes. Métodos de regularización en la solución del problema no lineal. Inversión por mínimos cuadrados no lineal. Análisis de resolución de la inversión regularizada. Ejercicios.

Capítulo 3. Método de la Cuadratura de Convolución. Breve introducción al Método de Elementos de Contorno. Convolución numérica. Validación del Método de la Cuadratura de Convolución en la formulación del Método de Elementos de Contorno para la propagación de ondas.

INVERSIÓN DE CAMPOS

Capítulo 4. Inversión de campos potenciales. Representaciones integrales de problemas directos de campos potenciales. El problema inverso de campos potenciales. Métodos de gradientes en la inversión de campos potenciales. Migración de campos potenciales. Migración iterativa. Principios de imageamiento inverso. Imageamiento de campos potenciales basado en la migración. Método de Elementos de Contorno para simulación e inversión de campos potenciales. Ejemplos de modelos 2D y 3D.

Capítulo 5. Inversión de campos electromagnéticos. Representaciones integrales de problemas directos en electromagnetismo y electrodinámica. Aproximaciones integrales lineales y no lineales. El problema inverso en electromagnetismo y electrodinámica. Método de inversión lineal. Inversión no lineal. Representaciones integrales para la migración electromagnética y electrodinámica. Imageamiento en la migración de campos electromagnéticos y electrodinámicos. Migración iterativa. Método de Elementos de Contorno para simulación e inversión en electromagnetismo y electrodinámica. Ejemplos de modelos 2D y 3D.

Capítulo 6. Inversión en elastodinámica. Representaciones integrales de problemas directos en elasticidad y elastodinámica. Fórmula de Kirchhoff. Representaciones y aproximaciones integrales del campo de ondas escalares y vectoriales. Representaciones integrales en la inversión de la onda completa. Métodos de inversión lineal. Inversión basada en la aproximación de Kirchhoff. Inversión no lineal. Imageamiento del campo de ondas. Método de Elementos de Contorno para simulación e inversión en elastodinámica. Ejemplos de modelos 2D y 3D.

APLICACIONES

Capítulo 7. Métodos Geofísicos. Breve reseña sobre: Métodos potenciales; Métodos electromagnéticos; Métodos sísmicos. Ejemplos. Clase práctica en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del IET.

Capítulo 8. Ensayos no Destructivos (END). Termografía. Impact Eco. Tipos de ondas. Pulso ultrasónico. Ground Penetrating Radar (GPR) aplicado a materiales y estructuras civiles de hormigón. Ejemplos. Clase práctica en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del IET.

Bibliografía:

- Abreu, A. I.; Canelas, A.; Mansur, W. J. A CQM-Based BEM Formulation Applied to Transient Heat Conduction Problems in Homogeneous Materials and FGs. *Applied Mathematical Modelling*, v.: 37 3 1, pp. 776 - 792, 2013.
- Abreu, A. I.; Carrer, J. A. M.; Mansur, W. J. Scalar wave propagation in 2D: a BEM formulation based on the operational quadrature method, *Engineering Analysis with Boundary Elements*, vol. 27, pp. 101-105. 2003.
- Abreu, A. I.; Mansur, W. J.; Carrer, J. A. M. Initial conditions contribution in a BEM formulation based on the operational quadrature method. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, vol. 67 (3), pp. 417-434. 2006.
- Canelas, A.; Herskovits, J.; Telles, J.C.F. Shape Optimization using the Boundary Element Method and a SAND Interior Point Algorithm for constrained optimization. *Computers & Structures*, v. 86 n. pp. 13-14, 2008.
- Brebbia, C.A.; Telles, J.C.F.; Wrobel, L.C. *Boundary Element Techniques. Theory and Applications in Engineering*, Springer-Verlag, Berlin, 1984.
- Malhotra, V. M.; Carino, N. J. *Handbook on Nondestructive Testing of Concrete*, CRC Press, 2003.
- Yilmaz, O. *Seismic Data Analysis*. SEG, Tulsa-USA, 2001.
- Jackson, J. D. *Classical Electrodynamics*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, 1999.
- Vogel, C. R. *Computational Methods for Inverse Problems*, SIAM, 2002.