Guía docente
2500017 - MGECNUMENG - Métodos Numéricos en Ingeniería

Última modificación: 01/10/2023

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: GRADO EN INGENIERÍA CIVIL (Plan 2020). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JOSE SARRATE RAMOS

Otros: MIQUEL AGUIRRE FONT, DAVID CODONY GISBERT, ESTHER SALA LARDIES, JOSE SARRATE RAMOS

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
14394. Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería. (Módulo de formación básica)

METODOLOGÍAS DOCENTES

La actividad docente que se desarrolla a lo largo del curso consiste en: quince semanas de docencia presencial, el trabajo personal dirigido y la auto-aprendizaje. Además de las 4 horas por semana en el aula, se deben dedicar 6 horas a la semana, de media, al trabajo personal dirigido y al auto-aprendizaje.

Al menos la mitad de las horas de clase se dedican a trabajar en pequeños grupos (trabajos dirigidos en el aula informática, ejercicios en el aula convencional, etc)

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

Conocimiento de un lenguaje de programación de alto nivel. Cero de funciones. Sistemas lineales de ecuaciones utilizando métodos directos y métodos iterativos básicos. Aproximación funcional. Integración numérica. Ecuaciones diferenciales ordinarias.

1 Capacidad para utilizar herramientas informáticas estándar para resolver problemas básicos (ej: mediciones).
2 Capacidad para utilizar un programa de análisis numérico para realizar un análisis de sensibilidad de un problema en el que se resuelva una ecuación diferencial ordinaria.
3 Capacidad para resolver un problema en ingeniería mediante una técnica numérica.

Conceptos básicos sobre uso y programación de ordenadores y conocimientos para programar modelos numéricos en problemas de ingeniería. Conocimientos de ordenadores y programas para análisis numérico matemático. Conocimientos sobre números, algoritmos y análisis de errores. Conocimientos para la determinación de ceros de funciones. Conocimientos para la solución de sistemas de ecuaciones mediante métodos directos y mediante métodos iterativos básicos. Conocimientos sobre la solución de sistemas no lineales de ecuaciones. Aproximación e interpolación. Conocimientos para la integración numérica mediante cuadraturas. Conocimientos para la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Los objetivos deseados del aprendizaje son:

1 .- Demostrar conocimiento y comprensión de las propiedades y características de los métodos numéricos básicos para: la resolución de ecuaciones escalares no lineales; la resolución de sistemas lineales de ecuaciones, la aproximación funcional; la integración numérica y la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

2 .- Demostrar la capacidad de (habilidad de razonamiento): entender y formular los procedimientos numéricos para resolver problemas básicos de ingeniería e identificar los métodos apropiados para su resolución.

3 .- Demostrar la capacidad de (habilidad práctica): comprender las consecuencias prácticas del comportamiento de los métodos numéricos y las soluciones; lógicamente formular métodos numéricos para la solución por ordenador en un lenguaje de programación (Matlab).

4 .- Demostrar la capacidad de (habiliadad clave): estudiar de forma independiente, emplear los recursos de la biblioteca, utilizar un ordenador personal para la programación básica, tomar apuntes de manera eficiente y administrar el tiempo de trabajo.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	20.00
Horas aprendizaje autónomo	84,0	56.00
Horas grupo pequeño	6,0	4.00
Horas actividades dirigidas	6,0	4.00
Horas grupo mediano	24,0	16.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Introducción a la modelización numérica y en la programación

Descripción:
Introducción a la modelización
Introducción a la programación en MATLAB.
Concepto y definiciones de error (absoluto, relativo, redondeo, truncamiento, cifras significativas) y su propagación

Objetivos específicos:
Ser capaz de desarrollar programas sencillos en MATLAB.
Conocer la representación de números enteros y reales en un ordenador.
Conocer el concepto y definiciones de error y entender cómo estos afectan al cálculo numérico.

Dedicación: 28h 47m
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 10h
Aprendizaje autónomo: 16h 47m

Ceros de funciones

Descripción:
Conceptos básicos de métodos iterativos: consistencia, convergencia lineal, superlineal o de orden p, factor asintótico.
Métodos: de Newton, de la secante, de Whittaker.
Resolución de problemas en ingeniería que involucran la resolución de ecuaciones escalares no lineales.

Objetivos específicos:
Entender el funcionamiento de los métodos iterativos diferenciándolos de los métodos con número finito de operaciones.
Conocer las propiedades, ventajas e inconvenientes de los esquemas iterativos usuales.
Saber escoger en cada caso el método más adecuado.
Saber analizar, implementar e interpretar los resultados de los métodos iterativos.

Dedicación: 14h 23m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 8h 23m

Sistemas de ecuaciones lineales

Descripción:
Clasificación y definiciones.
Métodos de eliminación: Gauss
Métodos de factorización: Crout y Cholesky
Resolución de problemas en ingeniería que involucran la resolución de sistemas de ecuaciones lineales

Objetivos específicos:
Conocer la clasificación de los métodos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales.
Conocer el rango de aplicabilidad de cada método y sus ventajas e inconvenientes computacionales.
Saber implementar los métodos de resolución presentados.
Saber identificar la influencia práctica del número de condición, precondicionadores ...

Dedicación: 24h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h
Aprendizaje autónomo: 14h

Aproximación funcional

Descripción:
Planteamiento general: tipos y criterios de aproximación.
Interpolación polinómica
Mínimos cuadrados
Aproximación seccional
Resolución de problemas en ingeniería que involucran la aproximación de funciones y datos

Objetivos específicos:
Conocer los criterios y tipo de aproximación habituales y saber discutir sus ventajas e inconvenientes.
Conocer y saber utilizar la interpolación de Lagrange así como el error de interpolación: reste de Lagrange.
Entender y saber desarrollar el problema de mínimos cuadrados, saber deducir las ecuaciones normales y entender la propiedad de ortogonalidad.
Conocer y utilizar la interpolación polinómica seccional.
Ser capaz de resolver problemas de aproximación funcional

Dedicación: 19h 12m
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Aprendizaje autónomo: 11h 12m

Evaluación #1

Descripción:
Resolución de la evaluación #1

Dedicación: 12h
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 7h

integración numérica

Descripción:
Enfoque general, por ejemplo, con regla trapezoidal
Definición del orden de una cuadratura
Clasificación de las cuadratura
Cuadraturas de Newton-Cotes
Cuadraturas de Gauss
Fórmulas compuestas
Analiczar y discutir la convergencia de las siguientes cuadraturas:
- Newton-Cotes y Gauss-Legendre a medida que aumenta el número de puntos de integración,
- fórmulas compuestas a medida que aumenta el número de intervalos.
Resolución de problemas en ingeniería que involucran el cálculo de integrales numéricamente

Objetivos específicos:
Conocer el concepto de integración numérica y ser capaz de determinar un cuadratura para puntos cualesquiera.
Conocer la clasificación de las distintas cuadraturas.
Entender las bases de las cuadraturas de Newton-Cotes y Gauss, saber emplearlas entendiendo el concepto de orden de integración y coste computacional.
Conocer y saber emplear las cuadraturas compuestas así como sus ventajas e inconvenientes.
Saber aplicar todos los conceptos de integración al caso del MEF.
Entender cómo se programa una cuadratura numérica
Ser capaz de programar una cuadratura compuesta

Dedicación: 19h 12m
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Aprendizaje autónomo: 11h 12m

Modelización con Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDOs)

Descripción:
Planteamiento general: reducción a orden uno, problemas de valor inicial (PVI).
Métodos basados en la aproximación de la derivada: Euler, Euler hacia atrás.
Error de truncamiento; consistencia; error local y global; orden.
Métodos de paso simple (Runge-Kutta): métodos de segundo y cuarto orden.
Resolución de problemas en ingeniería descritos mediante EDOs

Objetivos específicos:
Entender el concepto de Problema de Valor Inicial (PVI) bien planteado.
Saber identificar y clasificar un problema de EDOs (para cualquier orden y dimensión).
Ser capaz de expresar una EDO de alto orden como un sistema de EDOs de primer orden.
Saber determinar si se trata de un Problema de Valor Inicial (PVI) o un Problema de Contorno (PC).
Entender los conceptos de convergencia y orden de convergencia.
Conocer las propiedades básicas de los métodos de Runge- Kutta.
Saber modelizar un problema de ingeniería como un sistema de EDOs.
Saber utilizar una librería para resolución numérica de EDOs.
Modelización y resolución numérica de problemas de ingeniería descrito mediante EDOs.

Dedicación: 21h 36m
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 5h
Aprendizaje autónomo: 12h 36m

Evaluación #2

Descripción:
Evaluación #2

Dedicación: 4h 48m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 2h 48m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

1. La asignatura se evalúa a partir de los siguientes elementos:
* El trabajo en clase (class work, CW), a realizar individualmente o en grupo.
* Tres tests (T1. T2 y T2) que son estrictamente individuales.

2. El trabajo en clase (CW) se refiere, entre otros, a:
* Ejercicios o cuestionarios en el aula
* Prácticas en el aula informática.
* La participación en clase.

3. El test T1 corresponde a una prueba de validación de programación. Los contenidos de los test T2 y T3 estarán de acuerdo con toda la materia impartida desde el inicio del curso.

4. La calificación final de la asignatura se obtiene según

Nota = (0.1*T1 + 0.45*T2 + 0.45*T2)*0.85 + CW* 0.15

5. La deshonestidad académica (incluyendo, entre otros, la comunicación durante los tests, el plagio y la falsificación de resultados) será severamente castigada, de acuerdo con la normativa académica vigente: cualquier acto de esta naturaleza implica una calificación final de 0 en la asignatura.

Criterios de calificación y de admisión a la reevaluación: los alumnos suspendidos en la evaluación ordinaria que se hayan presentado regularmente a las pruebas de evaluación de la asignatura suspendida tendrán opción a realizar una prueba de reevaluación en el período fijado en el calendario académico. No podrán presentarse a la prueba de reevaluación de una asignatura los estudiantes que ya la hayan superado ni los estudiantes calificados como no presentados. La calificación máxima en el caso de presentarse al examen de reevaluación será de cinco (5,0). La no asistencia de un estudiante convocado a la prueba de reevaluación, celebrada en el período fijado no podrá dar lugar a la realización de otra prueba con fecha posterior Se realizarán evaluaciones extraordinarias para aquellos estudiantes que por causa de fuerza mayor acreditada no hayan podido realizar alguna de las pruebas de evaluación continua.

Estas pruebas deberán estar autorizadas por el jefe de estudios correspondiente, a petición del profesor responsable de la asignatura, y se realizarán dentro del período lectivo correspondiente.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Se comentarán en clase.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Chapra, S.C.; Canale, R.P. Numerical methods for engineers [en línea]. 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2021 [Consulta: 20/01/2021]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8100. ISBN 9781260571387.
- Recktenwald, G.W. Numerical methods with MATLAB: implementations and applications. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. ISBN 0201308606.
- Burden, R.L.; Faires, J.D.; Burden, A.M. Numerical analysis. 10th ed. Boston, MA: Cengage Learning, 2016. ISBN 9781305253667.

Complementaria:

- Huerta, A.; Sarrate, J.; Rodríguez-Ferran, A. Métodos numéricos: introducción, aplicaciones y programación [en línea]. Edicions UPC, 2001 [Consulta: 15/01/2021]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36258. ISBN 8483015226.
- Hoffman, J.D.. Numerical methods for engineers and scientifists. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824704436.