



Máster en Mecánica Aplicada 66411 - Métodos numéricos en ingeniería mecánica

Guía docente para el curso 2010 - 2011

Curso: 1, Semestre: 1, Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- **María Begoña Calvo Calzada** bcalvo@unizar.es
- **Guillermo Hauke Bernardos** ghauke@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta es un asignatura obligatoria del máster donde se volverán a presentar con más detalle muchos de los conceptos relacionados con el análisis numérico (interpolación, diferenciación, integración), probablemente ya estudiados pero con la finalidad de que en la asignatura se desarrollen e implementen distintos algoritmos de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. También se presentarán los métodos de volúmenes finitos y elementos finitos para resolución de ecuaciones lineales, ya estudiadas. Se recomienda repasar, por ejemplo, la ecuación de la barra solicitada axil, torsión y flexión, ecuación de difusión de calor.

Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de clases el 15 de octubre
 - Examen de la asignatura el 24 de enero
 - Las sesiones prácticas se realizarán los días 02/11/2009, 16/11/2009, 13/01/2010 y 20/01/2010 de 16 a 18 horas en el laboratorio del I3A en el edificio Torres Quevedo en el campus Río Ebro.
 - Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 15 de febrero de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.
-

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:** Es capaz de elegir la técnica numérica (diferencias finitas, volúmenes finitos, elementos finitos) más adecuada para la resolución de cada tipo de problema en el marco de la Ingeniería Mecánica.
- 2:**

Sabe manejar a nivel de usuario programas de cálculo simbólico (Mathematica) y cálculo numérico (Matlab, Octave) y desarrollar algoritmos simples en dichos softwares.

- 3:** Sabe resolver problemas lineales de elasticidad y difusión utilizando el método de los elementos finitos, diferencias finitas y volúmenes finitos.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura proporciona al estudiante los fundamentos teóricos y prácticos necesarios para la aproximación y resolución de las ecuaciones utilizadas en el modelado de problemas en el campo de la Ingeniería Mecánica. Tiene una fuerte componente práctica, ya que el objetivo de la asignatura es que el estudiante sea capaz de desarrollar programas de simulación en lenguajes de programación y domine la utilización del software comercial de elementos finitos ABAQUS, así como la implementación de subrutinas de usuario.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La asignatura debe llevar al estudiante a conocer un amplio abanico de técnicas numéricas que le permitan elegir aquella más adecuada para un problema concreto en el ámbito de la Ingeniería Mecánica. También le proporcionará los conocimientos necesarios para implementar dichos métodos en softwares propios o comerciales. Así mismo será necesario que el estudiante comprenda las posibilidades y limitaciones de dichas técnicas.

En consecuencia, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante comprenda y sepa utilizar un conjunto de herramientas numéricas para obtener soluciones aproximadas de problemas en el campo de la Ingeniería Mecánica.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

El objetivo del máster es la formación de postgraduados en Ingeniería Mecánica Avanzada, con especial énfasis en la Mecánica del Medio Continuo (Mecánica del Sólido y Mecánica de Fluidos), mediante una exposición sistemática del alumno a los fundamentos teóricos y una enseñanza práctica de los principales métodos experimentales y computacionales.

Es por ello, que en esta asignatura se comienza presentando un amplio abanico de técnicas numéricas y se adquiere la metodología necesaria para la resolución numérica de problemas en el campo de la Mecánica del Medio Continuo.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Resolver de forma numérica problemas básicos: interpolación de funciones, derivación e integración numérica y sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.
- 2:** Implementar algoritmos en MATLAB, FORTRAN y/u otros lenguajes de programación. Analizar la velocidad de convergencia de los métodos iterativos.
- 3:** Análisis e interpretación de la solución numérica, con especial atención al tratamiento de los errores de truncamiento, y los de redondeo inherentes a su implementación algorítmica en equipos informáticos

- 4:** Resolver problemas lineales de elasticidad y difusión utilizando diferencias finitas, volúmenes finitos y el método de los elementos finitos. Analizar e interpretar la solución numérica obtenida

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

El análisis numérico proporcionará el *andamiaje* necesario para llevar a cabo todos aquellos procedimientos matemáticos susceptibles de expresarse algorítmicamente, basándose en algoritmos que permitan su simulación o cálculo en procesos más sencillos trasladados en el ordenador. Es por ello que esta asignatura es fundamental para las posteriores asignaturas optativas con un marcado carácter computacional.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- 1:** **Examen de asignatura** (tiempo disponible: 1 hora):

Examen de mínimos, tipo test (opción múltiple, cuatro respuestas con penalización por fallos). Puntuación de 0 a 10. (La calificación de esta prueba representará el 10% de la nota final). Es imprescindible obtener al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.

- 2:** **Trabajo de Asignatura.**

Se realizarán dos trabajos de programación consistentes en analizar y emplear técnicas numéricas de diferencias finitas y/o volúmenes finitos para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. La calificación de esta prueba representará el 50% de la nota final.

Tiempo total de dedicación: 20 horas

- 3:** **Guiones de Prácticas:**

Después de la realización de cada práctica de laboratorio el estudiante deberá completar los guiones de cada práctica con el objetivo de comparar las soluciones numéricas obtenidas con las soluciones analíticas, o bien la comparación de varias soluciones numéricas.

La calificación de esta prueba representará el 40% de la nota final.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

- Recepción de información a través de las clases magistrales.
- Asimilación y comprensión de la información con apoyo del material bibliográfico recomendado y entregado.
- Utilización de la teoría para resolver casos prácticos, incrementando la comprensión de la información y transfiriendo los conocimientos a nuevas situaciones.

- Retención a largo plazo.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:
Clases Magistrales (25 horas):

El objetivo de esta actividad es presentar a los estudiantes los conceptos principales de la asignatura, los cuáles se ha organizado en base a los siguientes temas:

1. Introducción
2. Interpolación
3. Diferenciación numérica – diferencias finitas
4. Integración numérica
5. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias
6. Solución numérica de ecuaciones en derivadas parciales
7. Volúmenes finitos
8. El método de los elementos finitos
9. Aplicación del MEF a barras
10. Aplicación del MEF a problemas elástico lineales bi y tridimensionales

2:
Seminarios de problemas (25 horas):

Los conceptos (aproximación, diferenciación, integración, etc.) que definen la asignatura, se ilustrarán con casos prácticos y se analizarán posibles soluciones, en orden creciente de complejidad y prestaciones.

3:
Prácticas de Laboratorio (10 horas):

El objetivo de esta actividad es el aprendizaje del un código comercial de elementos finitos (ABAQUS) para la resolución de problemas lineales en mecánica de sólidos y fluidos. Las prácticas a resolver son:

- **Práctica 1.** Generación de mallas. Presentación del código comercial Abaqus
- **Práctica 2.** Resolución mediante el MEF de un problema elástico 2D y 3D. Selección del tipo de elemento. Imposición de condiciones de contorno. Tipos de análisis
- **Práctica 3.** Resolución mediante el MEF de un problema de potencial hidráulico. Selección del tipo de elemento. Imposición de condiciones de contorno. Análisis de resultados
- **Práctica 4.** Formulación de subrutinas de usuario en Abaqus: UMAT y UELEM.

4:
Trabajos prácticos:

El estudiante resolverá 4 trabajos de asignatura:

- Análisis y utilización de diferencias finitas para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias
- Análisis y utilización de diferencias y/o volúmenes finitos para la resolución de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales
- Programación de un elemento finito en MATLAB
- Preparación de los guiones de prácticas

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Esta asignatura está planificada en el primer semestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 15 de octubre al 20 de enero de 2010.

- Clases magistrales y seminario de problemas tendrán lugar de forma general los martes de 14 a 16 horas y los miércoles de 16 a 18 horas, en el aula 12 del edificio Torres Quevedo en el campus Río Ebro.
- Las sesiones prácticas se realizarán los días 02/11/2009, 16/11/2009, 13/01/2010 y 20/01/2010 de 16 a 18 horas en el laboratorio del I3A en el edificio Torres Quevedo en el campus Río Ebro.
- Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 15 de febrero de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.

El examen se realizará el 24 de Enero de 2010 a las 16 horas, en el seminario A.21

del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada