



Máster en Mecánica Aplicada 66412 - Modelos constitutivos de sólidos deformables

Guía docente para el curso 2010 - 2011

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- José Manuel García Aznar jmgaraz@unizar.es
- María José Gómez Benito gomezmj@unizar.es
- Estefanía Peña Baquedano fany@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta es un asignatura optativa del máster dentro del bloque de Mecánica de Sólidos, se recomienda haber cursado previamente las asignaturas de Física de Medios Continuos y Métodos numéricos en Ingeniería Mecánica.

Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de clases el 8 de Febrero
 - Las sesiones prácticas se realizarán en la sala de ordenadores del I3A en el edificio I+D+I en el campus Río Ebro.
 - Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 7 de junio de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 7 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 seleccionar el modelo de comportamiento más adecuado para cada aplicación en el campo de la Mecánica de Sólidos Deformables
- 2:** Es capaz de plantear la formulación de los modelos de comportamiento estándar para incluirlos en la resolución de un problema completo del sólido deformable, tanto en pequeñas como en grandes deformaciones.
- 3:**

Sabe emplear modelos de comportamiento a nivel de usuario en programas de elementos finitos y desarrollar e implementar subrutinas con modelos de comportamiento en códigos propios o comerciales.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura proporciona al estudiante los fundamentos teóricos y prácticos de los modelos de comportamiento de Sólidos Deformables utilizadas en el modelado de problemas en el campo de la Ingeniería Mecánica. Tiene una componente teórica elevada, pero también práctica, ya que el objetivo de la asignatura es que el estudiante sea capaz de seleccionar, entender y desarrollar el modelo de comportamiento más adecuado para cada problema, su utilización en software comercial de elementos finitos, 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 modelos de comportamiento de sólidos que le permitan elegir aquel más adecuado para un problema y aplicación concreta en el ámbito de la Ingeniería Mecánica. También le proporcionará los conocimientos necesarios para implementar dichos modelos de comportamiento en softwares propios o comerciales. Así mismo será necesario que el estudiante comprenda las hipótesis, posibilidades y limitaciones de cada uno de los modelos.

En consecuencia, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante conozca y comprenda los modelos de comportamiento más importantes y sepa elegir aquel más adecuado para una aplicación 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 presentan los modelos de comportamiento del Sólido Deformable más habituales, su caracterización mecánica y su resolución numérica de problemas en el campo de la Mecánica del Medio Continuo.

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

- 1:** Elaborar modelos matemáticos que caracterizan el comportamiento mecánico de los materiales que configuran los sistemas mecánicos.
- 2:** Seleccionar los modelos de comportamiento más adecuados para cada componente de un sistema mecánico
- 3:** Simular numéricamente el comportamiento de los materiales que configuran los sistemas mecánicos

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

El conocimiento y comprensión de los modelos constitutivos del Sólido Deformable es un paso previo necesario para la resolución, tanto analítica como numérica, de problemas del Sólido Deformable, por tanto es una optativa de gran interés para el Bloque de Mecánica de Sólidos.

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 20% de la nota final). Es imprescindible obtener al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.

2: Trabajos de Asignatura.

En paralelo al desarrollo de las sesiones prácticas se propondrán cuatro trabajos/ejercicios consistente en la programación en un código comercial de elementos finitos (ABAQUS) de los modelos de comportamiento desarrollados en la parte teórica de la asignatura. Los trabajos propuestos serán:

1. Modelo hiperelástico isótropo
2. Modelo 1D elastoplasticidad con endurecimiento isótropo
3. Modelo 1D viscoplasticidad con endurecimiento cinemático
4. Modelo de daño continuo

Cada uno de los trabajos representará una calificación del 20% de la asignatura.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

La componente teórica de la asignatura se desarrollará principalmente en las clases magistrales. En ellas el profesor expondrá los conceptos básicos fundamentales para llevar adelante el desarrollo de la misma.

Así mismo, se presente dotar a la asignatura de una orientación práctica o más aplicada, con el desarrollo de las sesiones prácticas. Del mismo modo, se adentrará al estudiante al manejo de códigos comerciales para la simulación computacional de problemas reales concretos.

Por último, mediante el desarrollo del trabajo de asignatura, se pretende que el estudiante ponga en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura para implementar modelos de comportamiento en códigos comerciales de elementos finitos (ABAQUS), analizando con espíritu crítico los resultados obtenidos.

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: La asignatura se divide en diez temas teóricos que se intercalarán con ejemplos y problemas. Se desglosa a continuación:

Tema	Contenido
1. Introducción al comportamiento de materiales	1.1. Introducción 1.2. Ecuaciones de conservación 1.3. Ley de comportamiento. Tipos de materiales 1.4. Modelos de comportamiento
2. Modelos de comportamiento de materiales. Modelos elásticos	2.1. Introducción 2.2. Ley de comportamiento en función de la energía libre 2.3. Tensores elásticos 2.4. Función densidad de energía de deformación 2.5. Comportamiento elástico lineal
3.- Materiales hiperelásticos	3.1. Introducción 3.2. Función densidad de energía e hiperelasticidad 3.3. Hiperelasticidad isótropa 3.4. Tensor elástico tangente 3.5. Cuasi-incompresibilidad e incompresibilidad
4.- Elementos finitos en elasticidad e hiperelasticidad	4.1. Introducción 4.2. Desplazamientos virtuales, variaciones y linealización 4.3. Formulación estándar para materiales compresibles 4.4. Formulación mixta de elementos finitos 4.5. Tratamiento de la incompresibilidad 4.6. Otros principios variacionales
5.- Conceptos de plasticidad y viscoplasticidad unidimensional	5.1. Introducción 5.2. Modelo simplificado de plasticidad perfecta 5.3. Modelos simplificados de plasticidad con endurecimiento 5.4. Problema de valor inicial en elastoplasticidad 5.5. Algoritmos de integración 5.6. Formación débil y variacional 5.7. Viscoplasticidad unidimensional
6.- Conceptos de plasticidad y viscoplasticidad en 3D	6.1. Introducción 6.2. Plasticidad J2 en deformación plana 6.3. Modelo cuadrático general de plasticidad 6.4. Principio de máxima disipación
7.- Algoritmos de integración para plasticidad y viscoplasticidad	7.0. Introducción 7.1. Concepto de proyección del punto próximo. 7.2. Ejemplo: Plasticidad J2 en deformación plana 7.3. Concepto de predicción y corrección 7.4. Algoritmos de retorno 7.5. Extensión a viscoplasticidad
8.- Viscoelasticidad	8.1. Introducción 8.2. Viscoelasticidad unidimensional 8.3. Viscoelasticidad tridimensional 8.4. Modelos viscoelásticos 8.5. Viscoelasticidad en grandes deformaciones
9.- Daño continuo	9.1. Introducción 9.2. Conceptos básicos de la mecánica del daño 9.3. Mecánica del daño en pequeñas deformaciones 9.4. Mecánica del daño en grandes deformaciones 9.5. Fenómenos de localización y modelos no-locales

10.- Elementos finitos en inelasticidad	10.1. Formulación del MEF en cálculo no-lineal 10.2. Aplicación del MEF en elastoplasticidad. Método de la deformación asumida. 10.3. Aplicación del MEF en viscoplasticidad. Modelo de Perzyna. Modelo de Duvaut-Lions
---	---

2: Se desarrollarán del mismo modo paralelo a las clases prácticas, su duración será de dos horas y se plantean las siguientes sesiones:

1. Modelos de comportamiento disponibles en un programa comercial de elementos finitos (ABAQUS) (elástica, plástico)
2. Subrutinas de usuario de material en el programa de Elementos Finitos ABAQUS (UMAT): Implementación de un modelo hiperelástico (Neo hookeano)
3. Implementación de un modelo unidimensional de elastoplasticidad con endurecimiento isótropo en una subrutinas de usuario de material en el programa de Elementos Finitos ABAQUS (UMAT).
4. Incorporación de un modelo de daño al comportamiento hiperelástico de la subrutina desarrollada en la práctica 1.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La asignatura se imparte durante el segundo cuatrimestre. Teniendo en cuenta las jornadas festivas y los ajustes de calendario de los centros el calendario de la asignatura será el siguiente:

Mes	L	M	X	J	V
Febrero	8 TEMA 1-2	9	10 TEMA 3	11	12
Febrero	15 TEMA 3	16	17 TEMA 3	18	19
Febrero	22 TEMA 4	23	24 TEMA 4	25	26
Marzo	1 PRÁC. 1	2	3 TEMA 4	4	5
Marzo	8V	9	10 TEMA 5	11	12
Marzo	15 PRÁC. 2	16	17 TEMA 5	18	19
Marzo	22 TEMA 5	23	24 TEMA 5	25	26
Marzo	29 TEMA 6	30	31V	1	12
Abril	5	6	7	8	9
Abril	12 TEMA 6	13V	14 TEMA 7	15	16
Abril	19 PRÁC. 3	20	21 TEMA 8	22	23
Abril	26 TEMA 8	27	28 TEMA 8	29	30
Mayo	3 TEMA 9	4	5 TEMA 9	6	7
Mayo	10 TEMA 9	11	12 TEMA 10	13	14
Mayo	17 PRÁC. 4	18	19 TEMA 10	20	21
Mayo	24 DUDAS	25	26 DUDAS	27	28
Suma	14	14	14	14	13

La última semana del curso se reserva para el planteamiento de dudas sobre los trabajos de la asignatura.

Bibliografía

- Nonlinear Solid Mechanics. G.A Holzapfel. . Wiley, New York 2000
- Non-linear Elastic Deformations. R.W. Ogden. Dover, 1996
- The Finite Element Method. O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor Mc Graw Hill, 1989
- Computational inelasticity. J.C. Simo & T.J.R. Hughes. Springer Verlag, 1998
- The Mathematical Theory of Plasticity, R. Hill. Oxford University press, 1950
- Lemaitre J. A course on damage mechanics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1996.
- Apuntes de la asignatura

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada