



Guía docente

205613 - 205613 - Análisis Estructural Avanzado

Última modificación: 31/10/2024

Unidad responsable: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa
Unidad que imparte: 737 - RMEE - Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA (Plan 2024). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 3.0 **Idiomas:** Catalán, Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: Miquel Casafont Ribera

Otros: Julián Arnaldo Avila Diaz
Oriol Bové Tous
Miquel Casafont Ribera

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos de Mecánica de los Medios Continuos y Resistencia de Materiales.

METODOLOGÍAS DOCENTES

- 42 h de sesiones presenciales, que constarán de lecciones magistrales y sesiones prácticas de resolución de casos.
- Aprendizaje autónomo basado en la resolución de ejercicios breves foro del aula.
- Aprendizaje cooperativo basado en la realización de un proyecto o resolución de un caso, en equipos de tres personas.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Aprender conceptos y metodologías básicos comúnmente aplicados en la investigación en el campo de la mecánica de materiales y las estructuras:

- Inestabilidades.
- Comportamiento geoméricamente no lineal.
- Comportamiento material no lineal.
- Análisis no lineal mediante el método de los elementos finitos.
- Teoría de placas y láminas.
- Materiales hiperelásticos.
- Materiales ortótropos y laminados.
- Fatiga y fractura.
- Análisis de fallos.
- Análisis estructural experimental.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	48,0	64.00
Horas grupo grande	27,0	36.00

Dedicación total: 75 h



CONTENIDOS

Recordatorio del método de los elementos finitos (MEF).

Descripción:

Problema elástico. Discretización. Funciones de forma. Aplicación del principio de trabajos virtuales. Equilibrio nodal. Matriz de rigidez. Fuerzas internas. Esquema operativo de método.

Objetivos específicos:

El estudiante debe ser capaz de:

- Identificar los elementos básicos en un análisis estructural por elementos finitos.
- Explicar las distintas etapas de la operativa del método.

Actividades vinculadas:

Práctica 1: Análisis lineal y lineal de pandeo de una estructura mediante el MEF.

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 5h

Inestabilidades

Descripción:

Tipo de inestabilidades. Repaso sobre carga crítica de pandeo de Euler. Carga crítica de pandeo de columnas con diferentes condiciones de enlace de tipo teórico.

Objetivos específicos:

El estudiante debe ser capaz de:

- Para el caso de piezas prismáticas sometidas a compresión, determinar la carga elástica crítica de pandeo por flexión.
- Identificar las longitudes críticas de pandeo para cada tipo de inestabilidad en función de las condiciones de enlace.

Actividades vinculadas:

Práctica 1: Análisis lineal y lineal de pandeo de una estructura mediante el MEF.

Dedicación: 6h 45m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 4h 15m

No linealidad geométrica

Descripción:

Introducción a la no linealidad geométrica. Método de análisis incremental. Matriz de rigidez general del elemento barra. Matriz de rigidez geométrica del elemento barra. Análisis lineal de pandeo de una estructura (análisis de modos de pandeo). Matriz de rigidez tangente. Concepto de fuerza interna. Métodos de solución de sistemas de ecuaciones no lineales. Análisis geométrico no lineal mediante el método co-rotacional. Imperfecciones.

Objetivos específicos:

El estudiante debe ser capaz de:

- Poder razonar por qué es necesario realizar un análisis geométrico no lineal en una estructura que sufre grandes desplazamientos.
- Identificar las situaciones en las que es pertinente realizar un análisis no lineal geométrico.
- Realizar análisis de modos de pandeo de estructuras.
- Interpretar los resultados de un análisis de modos de pandeo.
- Interpretar los resultados de un análisis geométrico no lineal.
- Conocer las técnicas numéricas básicas de solución de sistemas de ecuaciones no lineales, y utilizarlas en el análisis no lineal de estructuras mediante el método de los elementos finitos.
- Estar en disposición de entender fácilmente el algoritmo de implementación del elemento finito barra co-rotacional.
- Identificar y resolver problemas típicos de falta de convergencia en análisis no lineales de sistemas estructurales compuestos por piezas prismáticas.
- Emplear convenientemente diferentes tipos de imperfecciones geométricas en el análisis de estructuras.

Actividades vinculadas:

Práctica 2: Análisis geométrico y material no lineal de un componente estructural.

Dedicación: 23h 25m

Grupo grande/Teoría: 8h

Aprendizaje autónomo: 15h 25m

Introducción a la teoría de placas y láminas.

Descripción:

Elemento finito placa y elemento finito lámina. Ecuación de gobierno de una placa con cargas transversales y de membrana. Tensión elástica de abolladura de una placa. Reserva post-crítica de placas.

Objetivos específicos:

El estudiante debe ser capaz de:

- Realizar un análisis lineal de placas mediante el método de los elementos finitos e interpretar correctamente sus resultados.
- Poder describir el fenómeno del abolladura local de placas.
- Calcular la tensión crítica de abolladura local de una placa con diferentes condiciones de enlace.
- Razonar el por qué de la capacidad post-crítica de placas.

Actividades vinculadas:

Práctica 2: Análisis geométrico y material no lineal de un componente estructural.

Dedicación: 9h 30m

Grupo grande/Teoría: 3h 30m

Aprendizaje autónomo: 6h



Introducción a la hiperelasticidad

Descripción:

Ecuaciones constitutivas habituales para la simulación de materiales que trabajan en zona elástica y grandes deformaciones (p.e. elastómeros), así como su caracterización experimental.

Objetivos específicos:

El estudiante debe ser capaz de:

Determinar las constantes de materiales necesarias para las simulaciones utilizando los modelos constitutivos más habituales.
Realizar simulaciones e interpretar sus resultados.

Dedicación: 8h 25m

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 5h 25m

Introducción a la plasticidad

Descripción:

Introducción a la no linealidad material. Plasticidad. Superficies de fluencia. Modelos de endurecimiento.

Objetivos específicos:

El estudiante debe ser capaz de:

- Conocer los factores básicos que intervienen en el análisis plástico de estructuras.
- Realizar análisis plásticos mediante el método de los elementos finitos

Actividades vinculadas:

Práctica 2: Análisis geométrico y material no lineal de un componente estructural.

Dedicación: 8h 25m

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 5h 25m

Materiales ortótropos y laminados.

Descripción:

Ecuaciones constitutivas habituales utilizadas para la simulación de los materiales elásticos lineales anisótropos ortótropos en tensión plana y sus laminados, así como su caracterización experimental y mecanismos y criterios de fallo.

Objetivos específicos:

El estudiante debe ser capaz de:

- Modelar el comportamiento de un material laminado elástico lineal ortótropo, realizar simulaciones por elementos finitos y evaluar sus resultados utilizando criterios de fallo adecuados.

Dedicación: 12h 35m

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

Aprendizaje autónomo: 8h 05m



SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Nota final = $0.5 \cdot \text{NEF} + 0.35 \cdot \text{NTC} + 0.15 \cdot \text{NPL}$

NEF: Nota del examen final.

NTC: Nota del trabajo de curso.

NPL: Nota de las prácticas de laboratorio.

Para aquellos estudiantes que cumplan los requisitos y se presenten en el examen de re-evaluación, la calificación del examen de reevaluación

sustituirá a las notas de todos los actos de evaluación que sean pruebas escritas presenciales (controles, exámenes parciales y finales) y

se mantendrán las calificaciones de prácticas, trabajos, proyectos y presentaciones obtenidas durante el curso.

Si la nota final después de la re-evaluación es inferior a 5.0 sustituirá a la inicial únicamente en caso de que sea superior.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

a) Examen final: examen eminentemente teórico en el que no se puede llevar ningún material de apoyo.

b) Trabajo de curso: deberá presentarse un proyecto o realizar una tesis doctoral en formato reducido donde intervengan parte de los contenidos tratados durante el curso. Se deberá redactar una memoria escrita del trabajo y deberá presentarse oralmente y responder a las preguntas de los profesores. Trabajo a realizar en grupos de tres personas.

c) Prácticas de laboratorio: redactar un informe de cada práctica.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Bazant, Zdenek P.; Cedolin, Luigi. Stability of structures: elastic, inelastic, fracture and damage theories [en línea]. Singapore: World Scientific Publishing, 2010 [Consulta: 24/04/2024]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=731131>. ISBN 9789814317023.

- Borst, René de; Crisfield, M.A. Non-linear finite element analysis of solids and structures [en línea]. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2012 [Consulta: 24/04/2024]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9781118375938>.