



Guía docente

240EM146 - 240EM146 - Modelización de la Deformación Plástica

Última modificación: 26/06/2025

Unidad responsable: Escuela de Ingeniería de Barcelona Este
Unidad que imparte: 702 - CEM - Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales.
Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES AVANZADOS (Plan 2014). (Asignatura optativa).
Curso: 2025 **Créditos ECTS:** 4.5 **Idiomas:** Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Ferhun Cem CANER

Otros: Ferhun Cem CANER

CAPACIDADES PREVIAS

Haber cursado las materias básicas de Ciencia e Ingeniería de Materiales: Estructura y propiedades de los materiales.

REQUISITOS

Estructura y propiedades mecánicas de los materiales

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CEMAT7. Diseñar, calcular y modelar aspectos relacionados con los materiales para componentes mecánicos, estructuras y equipos.
CEMAT2. Diseñar y desarrollar productos, procesos, sistemas y servicios, así como la optimización de otros ya desarrollados, atendiendo a la selección de materiales para aplicaciones específicas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La materia de la asignatura, con fuerte contenido de aplicación práctica, se desarrolla en sesiones presenciales que combinan la explicación teórica por parte del profesor y la práctica, con ordenador individual (aportado por el estudiante) y programas comerciales de cálculo FEM (suministrados gratuitamente por el proveedor del software o por el profesor de la asignatura), resolviendo ejercicios en los que se aplican los distintos modelos de comportamiento mecánico de los materiales de Ingeniería estudiados.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Comprender los distintos modelos de comportamiento plástico y elasto-plástico de materiales de Ingeniería.
- Aprender estrategias de simulación numérica de procesos de conformado por deformación plástica.
- Aprender ventajas y desventajas de distintas formulaciones de plasticidad en la simulación del comportamiento plástico de los metales.



HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	27,0	24.00
Horas grupo pequeño	13,5	12.00
Horas aprendizaje autónomo	72,0	64.00

Dedicación total: 112.5 h

CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE ELASTOPLÁSTICIDAD

Descripción:

Mecánica de Materiales.
Métodos de resolución de problemas de deformación plástica.

Objetivos específicos:

Introducirse en la modelización físico/matemática de la plasticidad y su implementación en programas comerciales de simulación numérica.

Actividades vinculadas:

A.1. Ejercicio de simulación numérica de un caso sencillo de deformación elástica y elastoplástica en 1D.

Competencias relacionadas:

CEMAT7. Diseñar, calcular y modelar aspectos relacionados con los materiales para componentes mecánicos, estructuras y equipos.

Dedicación: 20h

Grupo mediano/Prácticas: 7h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 10h

2. ELEMENTOS DE LA TEORÍA DE LA PLASTICIDAD

Descripción:

2.1. Criterios de cedencia.
2.2. Relaciones esfuerzo-deformación plástica y elastoplástica.
2.3. Solución de problemas no-lineales

Objetivos específicos:

Comprender el concepto de cedencia plástica y sus condiciones, así como las relaciones esfuerzo-deformación que representan el comportamiento a deformación plástica de materiales metálicos.

Actividades vinculadas:

A.2. Análisis de un proceso de forja/extrusión isoterma mediante simulación numérica.

Competencias relacionadas:

CEMAT7. Diseñar, calcular y modelar aspectos relacionados con los materiales para componentes mecánicos, estructuras y equipos.

Dedicación: 17h

Grupo mediano/Prácticas: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 10h

3. ANISOTROPÍA Y DEFORMACIÓN PLÁSTICA EN PRODUCTOS PLANOS METÁLICOS TRABAJADOS EN FRÍO.

Descripción:

- 3.1. Anisotropía y textura. Coeficientes de anisotropía.
- 3.2. Embutición profunda. Efecto del material.
- 3.3. Teoría de la plasticidad anisotrópica: criterio de Hill.

Objetivos específicos:

Comprender el efecto de la anisotropía de la estructura del material en su comportamiento mecánico.

Actividades vinculadas:

A.3. Ejercicio de simulación numérica de la embutición profunda de una chapa metálica, suponiendo: a) isotropía de comportamiento, y b) anisotropía.

Competencias relacionadas:

CEMAT2. Diseñar y desarrollar productos, procesos, sistemas y servicios, así como la optimización de otros ya desarrollados, atendiendo a la selección de materiales para aplicaciones específicas.

CEMAT7. Diseñar, calcular y modelar aspectos relacionados con los materiales para componentes mecánicos, estructuras y equipos.

Dedicación: 16h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 10h

4. MODELIZACIÓN DE LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA UTILIZANDO MÚLTIPLES SUPERFICIES DE FLUJO

Descripción:

- 4.1. Descripción conceptual y microestructura de los mecanismos de endurecimiento en función de familias de planos compactos.
- 4.2. Caracterización físico/matemática de los mecanismos de endurecimiento teniendo en cuenta las familias de planos compactos.
- 4.3. Aplicaciones prácticas a la modelización de procesos de conformado y otros procesos de deformación plástica.

Objetivos específicos:

Entender los mecanismos de deformación y cambios microestructurales de los materiales metálicos sometidos a deformación plástica teniendo en cuenta las familias de planos compactos. Modelos de comportamiento mecánico y su implementación en programas de cálculo FEM para este fin.

Actividades vinculadas:

A.4. Simulación del efecto de Bauschinger.

A.5. Simulación del efecto de Vertex.

Competencias relacionadas:

CEMAT2. Diseñar y desarrollar productos, procesos, sistemas y servicios, así como la optimización de otros ya desarrollados, atendiendo a la selección de materiales para aplicaciones específicas.

CEMAT7. Diseñar, calcular y modelar aspectos relacionados con los materiales para componentes mecánicos, estructuras y equipos.

Dedicación: 18h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 10h

5. FRACTURA DÚCTIL EN METALES

Descripción:

- 5.1. Fractura dúctil de metales seguida por endurecimiento por trabajo en frío.
- 5.2. Modelación de fractura dúctil en metales empleando Abaqus.
- 5.3. Ejemplos de simulación numérica del proceso de agrietamiento en metales dúctiles.

Objetivos específicos:

Conocer el comportamiento a deformación de materiales que causa agotamiento por agrietamiento en metales dúctiles, los modelos físico/matemáticos que lo representan y su implementación en programas de cálculo numérico.

Actividades vinculadas:

A.6. Simulación de estricción seguida por fractura en Modo I.

Competencias relacionadas:

CEMAT2. Diseñar y desarrollar productos, procesos, sistemas y servicios, así como la optimización de otros ya desarrollados, atendiendo a la selección de materiales para aplicaciones específicas.

CEMAT7. Diseñar, calcular y modelar aspectos relacionados con los materiales para componentes mecánicos, estructuras y equipos.

Dedicación: 15h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 10h

6. COMPORTAMIENTO MECÁNICO, MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE MATERIALES ELASTOMÉRICOS.

Descripción:

- 6.1. Descripción y clasificación de los elastómeros básicos.
- 6.2. Comportamiento mecánico de los materiales elastoméricos.
- 6.3. Modelización y simulación numérica de materiales elastoméricos.

Objetivos específicos:

Comprender el comportamiento mecánico, estático y dinámico, de materiales elastoméricos, los modelos que pueden representar dicho comportamiento y las estrategias de simulación a adoptar.

Actividades vinculadas:

A.7. Simulación del comportamiento mecánico de una muestra elastomérica.

Competencias relacionadas:

CEMAT2. Diseñar y desarrollar productos, procesos, sistemas y servicios, así como la optimización de otros ya desarrollados, atendiendo a la selección de materiales para aplicaciones específicas.

CEMAT7. Diseñar, calcular y modelar aspectos relacionados con los materiales para componentes mecánicos, estructuras y equipos.

Dedicación: 16h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 10h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación de la asignatura está constituida por las siguientes contribuciones:

- 15%: La nota asistencia y aprovechamiento de las clases.
- 35%: La nota promedia de los informes de las actividades presentadas (de A.1 a A.7).
- 50%: La nota del informe del trabajo final (A.8).

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Trabajo original desarrollado individualmente o en grupo según el enunciado.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Hill, R. The Mathematical theory of plasticity. Oxford: Clarendon, 1998. ISBN 9780198503675.
- Dieter, George Ellwood. Mechanical metallurgy. SI Metri. Lonoson: McGraw Hill Higher Education, 1988. ISBN 007084187X.
- Hosford, W. F.; Caddell, R. M. Metal forming : mechanics and metallurgy. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. ISBN 9781107004528.
- Jonas, J. J.; Sellars, C. M.; Tegart, W. J. McG. "Strength and structure under hot-working conditions". International materials reviews. Volume 14, Issue 1 (01 January 1969), pp. 1-24.
- Bergström, J.S. ; Boyce, M.C.. "Constitutive modeling of the large strain time-dependent behavior of elastomers". Journal of the Mechanics and Physics of Solids [en línea]. Volume 46, Issue 5, May 1998, Pages 931-954 [Consulta: 27/03/2015]. Disponible a: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022509697000756>.
- Riera, M.D. ; Prado, J.M.. "Modelización y simulación de la etapa de compactación en pulvimetalurgia". Revista de Metalurgia [en línea]. 2006, vol. 42, núm. 6, p. 456-462 [Consulta: 27/03/2015]. Disponible a: <http://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/view/43/43>.
- Riera, M.D. ; Coussirat, M. ; Guarmo, A. ; Valls, I.; Casellas, D. "Simulation of hot stamping processes". Proceedings of the 1st International Conference on Hot Sheet Metal Forming of High-Performance Steel : CHS2 : Kassel, Germany, october 22-24, 2008 [en línea]. Bad Harzburg: GRIPS Media, 2009. pp. 119-131 [Consulta: 24/03/2015]. Disponible a: <http://upcommons.upc.edu/handle/2117/13974>.

Complementaria:

- Kobayashi, S.; Oh, S. ; Altan, T. Metal forming and the finite-element method. New York: Oxford University Press, 1989. ISBN 9780195044027.
- Osakada, K.. "History of plasticity and metal forming analysis". Journal of materials processing technology [en línea]. Volume 210, Issue 11, 1 Aug. 2010, Pag 1436-1454 [Consulta: 21/05/2020]. Disponible a: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924013610001111>.
- Karbasian, H. ; Tekkaya, A. E.. "A review on hot stamping". Journal of materials processing technology [en línea]. Volume 210, Issue 15, 19 November 2010, Pages 2103-2118 [Consulta: 21/05/2020]. Disponible a: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092401361000213X>.
- Estrin, Y. ; Mecking, H. "A unified phenomenological description of work hardening and creep based on one-parameter models". Acta metallurgica. Volume 32, Issue 1, January 1984, Pages 57-70.
- Baudalet, Bernard. Mise en forme de métaux et alliages. París: CNRS, 1976. ISBN 9782222019176.
- Istúriz, A. ; Riera, M.D. ; Prado, J.M.. "Estudio experimental del llenado de moldes pulvimetalúrgicos". Revista de Metalurgia [en línea]. Vol 41, No Extra (2005) pp. 181-186 [Consulta: 27/03/2015]. Disponible a: <http://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/view/1021/1034>.
- Riera, M.D. ; Prado, J.M.. "The elastic behaviour of non-sintered metal powder compacts". Proceedings of the IMechE, Part E: J. of Process Mechanical Engineering [en línea]. 2010, vol. 224, núm. Special Issue, p. 195-201 [Consulta: 27/03/2015]. Disponible a: <http://search.proquest.com/publication/30473>.
- Cante, J.C. ; Riera, M.D. ; Oliver, J. ; Prado, J.M. ; Istúriz, A. ; González, C.. "Flow regime analyses during the filling stage in powder metallurgy processes: experimental study and numerical modelling". Granular Matter [en línea]. February 2011, Volume 13, Issue 1, pp 79-92 [Consulta: 27/03/2015]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2117/11432>.
- Gutiérrez, D.; Hernández, R.; Lara, A.; Casellas, D.; Riera, M.D.; Prado, J.M.. "Sheet failure prediction during forming of advanced high strength steels". Forming Technology Forum (5è : 2012 : Zurich). Proceedings of 5th Forming Technology Forum 2012. Advanced Failure Prediction Methods in sheet metal forming [en línea]. Zurich: Institute of Virtual Manufacturing, 2012. p. 93-98 [Consulta: 25/03/2015]. Disponible a: <http://upcommons.upc.edu/handle/2117/19598>.
- Riera, M.D.; Prado, J.M.; Doremus, P. "Model Input Data & Elastic Properties". Brewin, Peter R. Modelling of Powder Die Compaction [en línea]. London: Springer-Verlag, 2008. pp 65-76 [Consulta: 24/03/2015]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-84628-099-3>.

RECURSOS

Material informático:

- programa de càlcul FEM ABAQUS-student edition. Programa comercial de càlculo mediante el método de los elementos finitos, ABAQUS-student edition