

Guia docent

240054 - 240054 - Mecànica dels Medis Continus

Última modificació: 13/05/2025

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Unitat que imparteix: 737 - RMEE - Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 4.5 **Idiomes:** Català, Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: MIQUEL FERRER BALLESTER

Altres:

Teoria:
Ferrer Ballester, Miquel
Bové Tous, Oriol

Pràctiques de Laboratori:
Ferrer Ballester, Miquel
Fàbrega Freixes, Jordi
Soltanalipour, Milad
Suñe Lago, Romà Enric
López Rull, Ignasi

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

11. Coneixements i capacitats per aplicar els fonaments de l'elasticitat i resistència de materials al comportament de sòlids reals.

Transversals:

1. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

Sessions mixtes de teoria/problemes: expositives i participatives, amb activitats programades d'autoavaluació per a fer a l'aula i fora de l'aula.

Sessions de laboratori: sessions de 2h, aprenentatge basat en experimentació. Grups de 15 persones organitzats en equips de 3 alumnes. En total es realitzen 5 sessions, de les quals, 3 pràctiques: assaigs de materials, fotoelasticitat i DIC, i simulació amb elements finits; una tutoria del treball de curs i, la darrera, la presentació del treball de curs.

Treball de curs: Aprenentatge autònom i cooperatiu. L'equip de tres persones format als grups de laboratori realitza un petit projecte de disseny lliure d'una peça o element resistent mitjançant l'ajut d'un software d'elements finits, optimitza la peça, en construeix un prototipus i l'assaja al laboratori. La quarta sessió de pràctiques és una tutoria on cal presentar un informe previ. A la darrera sessió de pràctiques, els equips presenten el treball de curs.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En finalitzar l'assignatura, l'estudiantat ha de ser capaç de:

- Analitzar els camps de desplaçaments, velocitats i acceleracions d'un medi continu deformable, així com els seus gradients, a partir de les equacions de la cinemàtica.
- Calcular i descriure, mitjançant l'àlgebra tensorial, les deformacions i les velocitats de deformacions en un medi continu deformable.
- Analitzar l'estat de tensió d'un punt i identificar-ne les característiques principals.
- Representar i analitzar gràficament una magnitud tensorial a través dels cercles de Mohr.
- Identificar els diferents models constitutius dels medis deformables.
- Relacionar els estats de deformació i tensió en medis continus deformables elàstics i lineals.
- Resoldre el problema elàstic en diferents condicions de contorn, calculant els estats de tensió i deformació en qualsevol punt.
- Calcular, mitjançant el criteri de fallada elàstica adequat, la seguretat a fallada d'un medi continu deformable. Identificar el criteri de fallada adequat en funció de la naturalesa del material.
- Construir un model numèric adequat mitjançant el mètode dels elements finits, per a l'anàlisi de tensions i deformacions elàstiques i lineals, reconeixent i identificant les condicions de contorn adequades en base a una situació real d'una peça o objecte qualsevol.
- Dissenyar una peça o element mecànic senzill i planejar la seva optimització elàstica i resistent.
- Analitzar correctament els resultats de les simulacions mitjançant elements finits.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	12,0	10.67
Hores aprenentatge autònom	67,5	60.00
Hores grup gran	33,0	29.33

Dedicació total: 112.5 h

CONTINGUTS

- Cinemàtica del Medi Continu

Descripció:

Anàlisi dels camps vectorials de desplaçaments, velocitats i acceleracions, en descripció Lagrangiana i Euleriana. Deducció del tensor velocitat de deformació i tensor de deformacions finites i infinitesimals.

Objectius específics:

- Analitzar els camps de desplaçaments, velocitats i acceleracions a partir de les equacions de la cinemàtica d'un medi continu deformable.
- Calcular i descriure, mitjançant l'àlgebra tensorial, les velocitats de deformació i les deformacions en un medi continu deformable.

Activitats vinculades:

Exercicis programats 2.1 al 2.25, per a realitzar dins i fora de l'aula

Dedicació: 29h

Grup gran/Teoria: 11h

Aprenentatge autònom: 18h

- L'estat de Tensió

Descripció:

Definició del vector tensió, components intrínseques de tensió, tensor tensió, condicions d'equilibri, tensions i direccions principals, cercles de Mohr, criteris de fallada elàstica.

Objectius específics:

- Analitzar l'estat de tensió d'un punt i identificar-ne les característiques principals.
- Representar i analitzar gràficament una magnitud tensorial a través dels cercles de Mohr.
- Calcular el coeficient de seguretat elàstica d'un component mecànic, mitjançant el criteri de fallada adequat en funció de la naturalesa del comportament del material (fràgil/dúctil).

Activitats vinculades:

Exercicis programats 3.1 al 3.12, per a realitzar dins i fora de l'aula

Dedicació: 32h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 18h

- Models Constitutius. Elasticitat Lineal

Descripció:

Equacions constitutives, teorema de les forces vives, llei de Hooke generalitzada, el problema elàstic, tensió plana, deformació plana, axisimetria, el mètode dels elements finits.

Objectius específics:

- Identificar els diferents models constitutius dels medis deformables.
- Relacionar els estats de deformació i tensió en medis continus deformables elàstics i lineals.
- Resoldre el problema elàstic en diferents condicions de contorn, calculant els estats de tensió i deformació en qualsevol punt.
- Construir un model numèric adequat mitjançant el mètode dels elements finits, per a l'anàlisi de tensions i deformacions elàstiques i lineals, reconeixent i identificant les condicions de contorn adequades en base a una situació real d'una peça o objecte qualsevol.
- Dissenyar una peça o element mecànic senzill i planejar la seva optimització elàstica i resistent.
- Analitzar correctament els resultats de les simulacions mitjançant elements finits.

Activitats vinculades:

Activitats 4.1 a 4.4 i 5.1 a 5.12 per a realitzar dins i fora de l'aula.

Treball de curs dirigit.

Pràctiques de laboratori.

Dedicació: 44h 30m

Grup gran/Teoria: 15h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 25h 30m

- Dinàmica del Medi Continu

Descripció:

Volum de control, teorema del transport de Reynolds, principi de conservació de la massa, quantitat de moviment, moment cinètic, teorema de les forces vives.

Objectius específics:

- Plantejar les lleis bàsiques de la dinàmica d'un medi deformable.

Activitats vinculades:

Activitats de 6.1 a 6.3 per a realitzar dins de l'aula.

Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 1h

Aprenentatge autònom: 6h

ACTIVITATS

EXERCICIS DINS DE L'AULA

Descripció:

Activitats programades a realitzar dins de l'aula, en equips de 2 (ò 3) estudiants.

Objectius específics:

- Aprenentatge invers: deducció de conceptes teòrics partint d'un exercici, previ a l'exposició teòrica formal.
- Posar en pràctica conceptes ja exposats.
- Aprenentatge cooperatiu, treball en equip.
- Autoavaluació, coavaluació.

Material:

Les activitats programades estan disponibles al campus digital o es faciliten al mateix moment.

Lliurament:

Les activitats anomenades "Entregables" es lliuren al campus digital i les resol després el professor o un estudiant a la pissarra. Els alumnes s'autocorregeixen els exercicis. La qualificació no intervé en el càlcul de la nota final de l'assignatura.

Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 10h

ACTIVITATS PER ESCRIT FORA DE L'AULA

Descripció:

Realització, fora de l'aula i individualment, d'activitats de llarga durada (60-90min) consistents en la resolució d'exercicis plantejats en exàmens finals de cursos anteriors.

Objectius específics:

- Afrontar problemes d'anàlisi global i relacional.
- Afrontar preguntes teòriques conceptuals.
- Entrar en contacte amb el format de les proves finals de l'assignatura i familiaritzar-s'hi.

Material:

Enunciats dels exàmens disponibles al Campus Digital.

Lliurament:

Els exercicis es lliuren una setmana després d'haver-se plantejat a classe i es computa l'entrega al Campus Digital en forma de comptador de lliuraments. Els exercicis es retornen a classe i els estudiants se'ls corregeixen mútuament. L'avaluació no forma part de l'algorisme de qualificació final de l'assignatura.

PRACTIQUES DE LABORATORI

Descripció:

Pràctiques on s'utilitzen tècniques experimentals i de simulació numèrica.

Pràctica 1: Assaigs de materials

Pràctica 2: Fotoelasticitat i Correlació d'Imatges digitals (DIC)

Pràctica 3: El mètode dels elements finits (MEF)

(Pràctiques 4 i 5: veure treball de curs)

Objectius específics:

- Ús de tècniques experimentals de caracterització de materials
- Ús de la fotoelasticitat i la correlació d'imatges digitals per a la visualització i determinació experimental d'estats de deformació i tensió
- Ús d'un software d'elements finits per a l'anàlisi de tensions i deformacions en un sòlid elàstic.
- Entrenament en simulació mitjançant elements finits per a la realització del treball de curs.

Material:

Laboratori LERMA del Departament RMEE. Maquinària i material per als assaigs, utilitatges i bancades fotoelàstiques. Software ANSYS d'elements finits. Guions de pràctiques.

Lliurament:

En finalitzar la pràctica, de 2h de durada, cada equip de 3 alumnes lliura un informe amb la descripció, els càlculs i les conclusions. L'avaluació d'aquests informes per part del professorat, suposa un 3% de la nota final de l'assignatura.

Dedicació: 10h

Grup petit/Laboratori: 10h

TREBALL DE CURS

Descripció:

Realització d'un petit projecte, en equips de 3 alumnes, de disseny mecànic lliure d'una peça o element resistent, optimització del disseny mitjançant el mètode dels elements finits, construcció d'un prototipus i assaig al laboratori (pràctica 5) en base d'unes especificacions predeterminades.

Objectius específics:

- Posar en pràctica i assentar gairebé tots els conceptes teòrics apresos a l'assignatura.
- Veure l'aplicació pràctica i quotidiana del contingut de l'assignatura en el món de l'enginyeria de disseny de producte.
- Construir i analitzar correctament un model d'elements finits.

Material:

Software ANSYS d'elements finits. Laboratori LERMA del Dep. RMEE, si cal, per a l'assaig del material escollit i per a la construcció de la peça.

Lliurament:

La pràctica 4 consisteix en lliurar i presentar un preinforme i una posterior tutorització per part del professorat. D'aquesta sessió de tutoria s'obté una puntuació que representa el 2% de la nota final de l'assignatura.

La pràctica 5 consisteix en lliurar l'informe final, presentar oralment el treball i assajar la peça. Dos professors, un prof. de teoria i el prof. de pràctiques, escolten l'exposició, fan preguntes o objeccions i puntuen el treball (15% de la nota final).

Dedicació: 13h

Aprenentatge autònom: 13h



SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

$$NF=0,3*NEP+0,2*NL+0,5*NEF$$

NF: NOTA FINAL

NEP: NOTA EXAMEN PARCIAL

NL: NOTA DE LABORATORI (5 pràctiques)

NEF: NOTA EXAMEN FINAL

La prova de reavaluació extraordinària, consistirà en un examen escrit que avaluarà tot el programa de l'assignatura. La nota d'aquest examen, NREAVA, substituirà les notes NEP+NEF. Així, l'algorisme de reavaluació serà $NF = NL*0,2 + NREAVA*0,8$

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

EXAMEN PARCIAL: S'avaluen els capítols 1, 2 complets i els punts 3.1 i 3.2 del capítol 3. Només es pot utilitzar un formulari A4 amb fórmules, títols i dibuixos (no explicacions) i calculadora d'operacions bàsiques (no programables ni amb memòria massiva). Consta de 10 preguntes que poden ser de selecció múltiple o de resposta escrita.

LABORATORI: Cada equip de 3 persones realitza un informe durant les pràctiques 1, 2 i 3 que es lliura en acabar cada sessió (3x0,1 punts). La presentació preliminar del treball de curs constitueix la pràctica 4 i l'exposició i informe finals, així com l'assaig del prototipus, constitueixen la pràctica 5 de laboratori (1,7 punts en total). La suma d'aquestes notes constitueix la nota NL (2 punts).

EXAMEN FINAL: Consta de dues o tres parts, d'1h de durada cadascuna aproximadament, amb qüestions de resposta numèrica o textual indistintament, però sempre orientades a avaluar la comprensió conceptual de l'assignatura. Només es pot consultar el formulari oficial i calculadora d'operacions bàsiques (no programables ni amb memòria massiva).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Ayneto Gubert, X.; Ferrer Ballester, M. Mecánica del medio continuo en la ingeniería : teoría y problemas resueltos [en línia]. 2a. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2024 [Consulta: 25/05/2024]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/407045>. ISBN 9788410008410.

Complementària:

- Vieira Chaves, Eduardo Walter. Mecánica del medio continuo : Conceptos básicos.. Barcelona: CIMNE/UPC, 2007. ISBN 9788496736382.

- Oliver, J.; Agelet, C. Mecànica de medis continus per a enginyers [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2003 [Consulta: 13/09/2022]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/97013>. ISBN 8483017199.

- Mase, G. Thomas ; Smelser, Ronald E. ; Stroud, J. Continuum mechanics for engineers. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2020. ISBN 9781482238686.

- Spencer, A.J.M. Continuum mechanics [en línia]. Mineola: Dover Publications, 2004 [Consulta: 04/02/2025]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=1894359>. ISBN 0486435946.

- Ortiz Berrocal, L. Elasticidad [en línia]. 3a ed. Madrid: McGrawHill, cop. 1998 [Consulta: 18/10/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=3965. ISBN 8448120469.

- Madenci, E.; Guven, I. The finite element method and applications in engineering using ANSYS [en línia]. 2nd ed. New York: Springer, cop. 2015 [Consulta: 03/07/2025]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-1-4899-7550-8>. ISBN 9781489975492.

RECURSOS

Material informàtic:

- ANSYS Educational. Versio educacional del programa de simulacion amb elements finits ANSYS V10