



Guia docent

250951 - ELEMFINIT - Elements Finitis

Última modificació: 22/05/2025

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona

Unitat que imparteix: 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA (Pla 2012). (Assignatura obligatòria).
MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN MECÀNICA COMPUTACIONAL (Pla 2013). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2025

Crèdits ECTS: 5.0

Idiomes: Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: PAVEL RYZHAKOV

Altres: PEDRO DIEZ MEJIA, PAVEL RYZHAKOV, JOSE FRANCISCO ZARATE ARAIZA

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura consta de 4 hores a la setmana de classes presencials a l'aula.

En part de les hores el professorat exposa els conceptes i materials bàsics de la matèria, presenta exemples i realitza exercicis.

La resta de les hores es dedica a la resolució de problemes amb una major interacció amb l'estudiantat. Es realitzen exercicis pràctics per tal de consolidar els objectius d'aprenentatge generals i específics.

S'utilitza material de suport en format de pla docent detallat mitjançant el virtual centre de CIMNE: continguts, programació d'activitats d'avaluació i d'aprenentatge dirigit i bibliografia.

Tot i que la majoria de les sessions s'impartiran en l'idioma indicat a la guia, potser les sessions en què es compti amb el suport d'altres experts convidats puntualment es duguin a terme en un altre idioma.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Aquest curs introdueix a l'alumne en els conceptes bàsics del Mètode dels elements finits, incloent els plantejaments de la formulació bàsica, anàlisi dels mètodes obtinguts i aspectes essencials de la seva implementació. S'analitzaran problemes lineals d'aspecte pràctic com la transferència de calor i l'elasticitat, complementant-se amb exercicis pràctics.

* L'alumne serà capaç d'entendre i assimilar els fonaments de l'anàlisi lineal d'elements finits, obtenir la forma feble de la formulació variacional i la seva solució, així com conèixer l'estructura bàsica d'un programa d'elements finits. * Comprendre perquè el mètode dels elements finits s'aproxima a la solució de les PDE, considerant els errors de truncament, consistència, convergència i estabilitat de la solució d'un sistema lineal d'equacions i problemes d'autovalors. * Resoldre a mà problemes lineals de mecànica i transferència de calor utilitzant EF al temps de ser capaç d'utilitzar adequadament un codi d'EF per obtenir resultats de problemes d'enginyeria. * Desenvolupar la capacitat d'abstracció i síntesi, comprnent l'estructura d'espai vectorial i concepte de linealitat. * L'alumne haurà d'adquirir independència en els seus estudis. Ser capaç d'implementar i utilitzar programes d'ordinador per solucionar problemes tipus i interpretar amb fonament els resultats obtinguts.

Introducció al mètode dels elements finits

- * Errors
- * Sistemes lineals d'equacions
- * Aproximació i interpolació
- * Integració numèrica
- * Sistemes discrets i sistemes continus. Introducció al MEF
- * Resolució pel MEF de problemes unidimensionals.
- * Aplicació a l'equació de Poisson
- * Elements finits unidimensionals més avançats
- * Aplicació del MEF a l'equació de Poisson en dues dimensions
- * Aplicació del MEF a l'equació de Poisson en tres dimensions
- * Formulació matricial de la solució del problema de Poisson pel MEF
- * Obtenció de les funcions de forma d'elements bi i tridimensionals de classe C0
- * Elements isoparamètrics bi i tridimensionals
- * Problemes d'elasticitat bidimensional Recursos per a l'aprenentatge:

o Apunts de classe.

o Zienkiewicz, O.C.; Morgan, K., Finite elements and approximation, Wiley, 1983

o Hughes, T.J.R., The finite element method, Prentice-Hall, 1987

o Henwood, D.J., Bonet, J., Finite elements - A gentle introduction, Macmillan, 1997

o Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L., The finite element method: 1 basic formulation and linear problems, Elsevier, 2005

o Huerta, A.; Sarrate, J.; Rodríguez-Ferran, A. Métodos numéricos. Introducción, aplicaciones y programación. Edicions UPC, 1999

o Trefethen, L.N. & Bau, D., Numerical linear algebra, SIAM, 1996

o Saad, Y., Iterative methods for sparse linear systems. Academic Press, 2000

o Burden, R.L.; Faires, J.D. Análisis numérico. Sexta edición. International Thomson Editores, 1998.

HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	45,0	36.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Introducció

Descripció:

- * Problemes a resoldre: problemes de límits i problemes de valor inicial
 - * EDPs, condicions de contorn i condicions inicials
 - * Problemes el·líptic, parabòlics i hiperbòlics * Balanç i equilibri.
- Exemples de problemes físics.

Dedicació: 4h 48m

Grup gran/Teoria: 1h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 2h 48m

Conceptes bàsics del MEF

Descripció:

- * Tipus d'aproximació: polinomis a trossos / spline
- * forma forta i assumir regularitat * residus ponderat
- * col · locació Point, mínims quadrats i formulacions Galerkin
- * forma feble

Exemples

Problemes

Dedicació: 9h 36m

Grup gran/Teoria: 1h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 5h 36m

Problema de Poisson en 1D

Descripció:

- * Discretitzacions espacials i funcionals
- * Forma feble: sistema lineal resultant

Exemples

Problemes

Dedicació: 16h 48m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 9h 48m

Elasticitat Lineal 1D

Descripció:

- * matriu de rigidesa elemental
- * ensamblaje en 1D
- * desplaçaments prescrits

Elements isoparamètrics

Exemples

Dedicació: 10h 48m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 6h 18m

Problema de Poisson en 2D i 3D

Descripció:

- * equacions bàsiques
- * forma feble
- * discretització FEM
- * condicions de contorn

Exemples

Dedicació: 7h 11m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 4h 11m

Elements quadràtics i d'alta ordre.

Descripció:

- * elements 2D / 3D
- * Elements isoparamètrics
- * Integració numèrica
- * solució general de l'equació de Poisson amb MEF

Exemples

Dedicació: 9h 36m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 5h 36m

Elasticitat Lineal 2D

Descripció:

- * Equacions bàsiques
- * Principi del treball virtual (PVW)
- * FEM discretització

Exemples

Dedicació: 12h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 7h

Convergència i estimacion d'errors

Descripció:

- * estimacions d'error a priori: relació de convergència
- * estimacions d'error a posteriori
- * adaptabilitat de malla

Exemples

Dedicació: 9h 36m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 5h 36m

Problemes transitoris

Descripció:

- * splitting de l'espai-temps: el mètode de les línies
- * integració directa en temps , estabilitat
- * mètode de Newmark
- * Anàlisi modal

Exemples

Problemes

Dedicació: 9h 36m

Grup gran/Teoria: 1h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 5h 36m

Introducció a la programació FEM

Descripció:

Programes MAT FEM i MAT FEM cal

Dedicació: 3h 35m

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 2h 05m

Aplicació del MEF a problemes d'enginyeria

Descripció:

Aplicació del MEF a problemes d'enginyeria
Exemples

Dedicació: 12h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 7h

Condicions al contorn

Descripció:

Condicions de Dirichlet i Neumann

Dedicació: 2h 24m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 1h 24m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació de l'assignatura s'obté a partir de les qualificacions d'avaluació continuada i de proves d'avaluació.

L'avaluació continuada consisteix a fer diferents homeworks, realitzades durant el curs. Tambè s'avalua la assistència.

Les proves d'avaluació consten d'una part amb qüestions sobre conceptes associats als objectius d'aprenentatge de l'assignatura pel que fa al coneixement o la comprensió, i d'un conjunt d'exercicis d'aplicació.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Si no es realitza alguna de les activitats d'avaluació contínua en el període programat, es considerarà com a puntuació zero.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Oñate, E.; Diez, P.; Zarate, F.; Larese, A. Introduction to the finite element method [en línia]. 2008 [Consulta: 17/03/2021]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2117/184007>.
- Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L.; Zhu, J.Z. The Finite element method: its basis & fundamentals. Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2013. ISBN 9781856176330.
- Reddy, J.N. Introduction to the finite element method. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2019. ISBN 9781259861901.