Elements Finits (250951)

Informació general

Centre docent	ETSECCPB
Departaments	Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental (DECA)
Crèdits	5.0 ECTS
Titulacions	MÀSTER UNIVERSITARI EN MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA (pla 2012) MÀSTER UNIVERSITARI EN MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA (pla 2012)
Curs	2025/26

Idioma majoritari per grup

- Grup 10Q1 Anglès (Q1)

Professorat de l'assignatura

Professorat responsable: Pavel Ryzhakov Barbanel
Professorat: Pedro Diez Mejia, Pavel Ryzhakov Barbanel, Jose Francisco Zarate Araiza

Objectius formatius

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 lasolució 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, comprenent l'estructura d'espai vectorial i concepte de linealidad. * 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 isoparamétricos 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 totals de dedicació de l'estudiantat

		Hores	Percentatge
Aprenentatge dirigit	Grup gran	45.0 h	100.00 %
	Grup mitjà	0.0 h	0.00 %
	Grup petit/Laboratori	0.0 h	0.00 %
	Activitats dirigides	0.0 h	0.00 %
Aprenentatge autònom		80.0 h	

Temari

Introducció

* 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.

Conceptes bàsics del MEF

* 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

Problema de Poisson en 1D

* Discretitzacions espacials i funcionals
* Forma feble: sistema lineal resultant
Exemples
Problemes

Elasticitat Lineal 1D

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

Elements isoparamètrics
Exemples

Problema de Poisson en 2D i 3D

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

Elements qudaratics i d'alta ordre.

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

Elasticitat Lineal 2D

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

Convergencia i estimacion d'errors

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

Problemes transitoris

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

Introducció a la programació FEM

Programes MAT FEM i MAT FEM cal

Aplicació del MEF a problemes d'enginyeria

Aplicació del MEF a problemes d'enginyeria
Exemples

Condicions al contorn

Condicions de Dirichlet i Neumann

Metodologia docent

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.

Mètode de qualificació

(*) El calendari d'avaluació i el mètode de qualificació s'aprovaran abans de l'inici de curs.

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. També s'avalua la assistencia.

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 de realització de proves

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

Horari d'atenció

Consultar a la web de l'assignatura (ATENEA).

Bibliografia

Bàsica

- Oñate, E.; Diez, P.; Zarate, F.; Larese, A. Introduction to the finite element method. 2008.
- 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.