Modelització Numèrica (2500121)

Informació general

Centre docent	ETSECCPB
Departaments	Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental (DECA)
Crèdits	6.0 ECTS
Titulacions	
Curs	2022/23

Idioma majoritari per grup

- Grup 10Q1 Anglès (Q1)

Professorat de l'assignatura

Professorat responsable: Jose Sarrate Ramos
Professorat: Jose Sarrate Ramos

Objectius formatius

1. Utilitzar un programa d'anàlisi numèrica per a realitzar una anàlisi de sensibilitat d'un problema en el qual es resolgui una equació diferencial ordinària.
2. Resoldre un problema de contorn enmig continuo mitjançant una equació diferencial en derivades parcials partint de el plantejament de les mateixes fins a la seva solució numèrica per DF o EF.
3. Resoldre problemes de modelització en enginyeria mitjançant tècniques numèriques.

Capacitat per a formular, programar i aplicar models analítics i numèrics de càlcul a el projecte, planificació i gestió. Capacitat per interpretar els resultats proporcionats pels models en el context de l'enginyeria. Història dels models numèrics i la seva aplicació a les obres d'enginyeria. Coneixements de modelització numèrica en enginyeria. Coneixements sobre emmagatzematge de nombres, algoritmes i anàlisi d'errors. Coneixements de mètodes numèrics per a la determinació de zeros de funcions. Coneixements per a la solució de sistemes d'equacions mitjançant mètodes numèrics directes i iteratius bàsics. Coneixements de mètodes numèrics per a la solució de sistemes no lineals d'equacions. Problemes de autovalors. Aproximació funcional. Coneixements per a la integració numèrica mitjançant quadratures. Coneixements per a la solució d'equacions diferencials ordinàries.
Coneixements per a la solució d'equacions en derivades parcials: diferències finites i elements finits.

Els objectius desitjats de l'aprenentatge són:

1 .- Demostrar coneixement i comprensió de les propietats i característiques dels mètodes numèrics bàsics per a: la resolucío d'equacions escalars no linials; la resolució de sistemes linials d'equacions, l'aproximació funcional; la integració numèrica i la resolució d'equacions diferencials ordinàries.

2 .- Demostrar la capacitat de (habilitats de raonament): entendre i formular els procediments numèrics per tal de resoldre problemes bàsics d'enginyeria i identificar els mètodes apropiats per a la seva resolució.

3 .- Demostrar la capacitat de (habilitats pràctica): comprendre les conseqüències pràctiques del comportament dels mètodes numèrics i les solucions; lògicament formular mètodes numèrics per a la solució amb ordinador en un llenguatge de programació (Matlab).

4 .- Demostrar la capacitat de (habilitat clau): estudiar de forma independent, emprar els recursos de la biblioteca, fer servir d'un ordinador personal per a la programació bàsica, prendre apunts de manera eficient i administrar el temps de treball.

Competències

Específiques

Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantejar-se en l'enginyeria. Aptitud per aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria; geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i en derivades parcials; mètodes numèrics; algorísmica numèrica; estadística i optimització. (Mòdul de formació bàsica)
Coneixements bàsics sobre l'ús i programació dels ordinadors, sistemes operatius, bases de dades i programes informàtics amb aplicació en enginyeria. (Mòdul de formació bàsica)
Capacitat per analitzar i comprendre com les característiques de les estructures influeixen en el seu comportament. Capacitat per aplicar els coneixements sobre el funcionament resistent de les estructures per a dimensionar seguint les normatives existents i utilitzant mètodes de càlcul analítics i numèrics.
Coneixements de geotècnia i mecànica de sòls i de roques, així com la seva aplicació en el desenvolupament d'estudis, projectes, construccions i explotacions on sigui necessari efectuar moviments de terres, fonamentacions i estructures de contenció i capacitat per a la construcció d'obres geotècniques.
Coneixement dels conceptes i els aspectes tècnics vinculats als sistemes de conduccions, tant en pressió com en làmina lliure.

Genèriques

Capacitat per al manteniment i conservació dels recursos hidràulics i energètics, en el seu àmbit.
Capacitat per a realitzar estudis i dissenyar captacions d'aigües superficials o subterrànies, en el seu àmbit.
Identificar, formular i resoldre problemes d'enginyeria. Plantejar i resoldre problemes d'enginyeria de la construcció amb iniciativa, habilitats en presa de decisions i creativitat. Desenvolupar un mètode d'anàlisi i solució de problemes sistemàtic i creatiu.

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

		Hores	Percentatge
Aprenentatge dirigit	Grup gran	30.0 h	45.45 %
	Grup mitjà	30.0 h	45.45 %
	Grup petit/Laboratori	0.0 h	0.00 %
	Activitats dirigides	6.0 h	9.09 %
Aprenentatge autònom		84.0 h	

Temari

Introducció a la modelització numèrica i a la programació

Introducció a la modelització
Introducció a la programació en MATLAB.
Concepte i definicions d'error (absolut, relatiu, arrodoniment, truncament, xifres significatives) i la seva propagació.

Objectius específics

Ser capaç de desenvolupar programes senzills en MATLAB.
Conèixer la representació de nombres enters i reals en un ordinador.
Conèixer el concepte i definicions d'error i entendre com aquests afecten al càlcul numèric.

Zeros de funcions

Conceptes bàsics de mètodes iteratius: consistència, convergència lineal, superlineal o d'ordre p, factor asimptòtic.
Mètodes: de Newton, de la secant, de Whittaker.
Resolució de problemes en enginyeria que involucren la resolució d'equacions escalars no lineals.

Objectius específics

Entendre el funcionament dels mètodes iteratius diferenciant-los dels mètodes amb nombre finit d'operacions.
Conèixer les propietats, avantatges i inconvenients dels esquemes iteratius usuals.
Saber escollir en cada cas el mètode més adequat.
Saber analitzar, implementar i interpretar els resultats dels mètodes iteratius.

Sistemes d'equacions linials

Classificació i definicions.
Mètodes d'eliminació: Gauss
Mètodes de factorització: Crout i Cholesky
Resolució de problemes en enginyeria que involucren la resolució de sistemes d'equacions linials

Objectius específics

Conèixer la classificació dels mètodes de resolució de sistemes d'equacions lineals.
Conèixer el rang d'aplicabilitat de cada mètode i els seus avantatges i inconvenients computacionals.

Saber implementar els mètodes de resolució presentats.
Saber identificar la influència pràctica del nombre de condició, precondicionadors ...

Aproximació funcional

Plantejament general: tipus i criteris d'aproximació
Interpolació polinòmica
Mínims quadrats
Aproximació seccional
Resolució de problemes en enginyeria que involucren l'aproximació de funcions i dades

Objectius específics

Conèixer els criteris i tipus d'aproximació habituals i saber discutir els seus avantatges i inconvenients.
Conèixer i saber utilitzar la interpolació de Lagrange així com l'error d'interpolació: reste de Lagrange.
Entendre i saber desenvolupar el problema de mínims quadrats, saber deduir les equacions normals i entendre la propietat d'ortogonalitat.
Conèixer i utilitzar la interpolació polinòmica seccional.

Ser capaç de resoldre problemes d'aproximació funcional

Avaluació #1

Resolució de l'avaluació #1

Integració numèrica

Enfocament general, per exemple, amb regla trapezoïdal
Definició de l'ordre d'una quadratura
Classificació de quadratures
Quadratures de Newton-Cotes
Quadratures de Gauss
Fórmules compostes
Analitzar i discutir la convergència de les quadratures següents:
- Newton-Cotes i Gauss-Legendre a mesura que augmenta el nombre de punts d'integració,
- fórmules compostes a mesura que augmenta el nombre d'intervals.
Resolució de problemes en enginyeria que involucren el càlcuk d'integrals numèricament

Objectius específics

Conèixer el concepte d'integració numèrica i ser capaç de determinar una quadratura per punts qualssevol.
Conèixer la classificació de les diferents quadratures.

Entendre les bases de les quadratures de Newton-Cotes i Gauss, saber utilitzar-les entenent el concepte d'ordre d'integració i cost computacional.
Conèixer i saber emprar les quadratures compostes així com els seus avantatges i inconvenients.
Saber aplicar tots els conceptes d'integració al cas del MEF.
Entendre com es programa una quadratura numèrica
Ser capaç de programar una quadratura composta

Modelització amb Equacions Diferencials Ordinàries (EDOs)

Plantejament general: reducció a ordre un, problemes de valor inicial (PVI).
Mètodes basats en l'aproximació de la derivada: Euler, Euler cap enrere.
Error de truncament, consistència; error local i global, ordre.
Mètodes de pas simple (Runge-Kutta): mètodes de segon i quart ordre.
Resolució de problemes en enginyeria descrits mitjançant EDOs

Objectius específics

Entendre el concepte de Problema de Valor Inicial (PVI) ben plantejat.
Saber identificar i classificar un problema d'EDOs (per a qualsevol ordre i dimensió)
Ser capaç d'expresar una EDO d'alt ordre com un sistema d'EDOs de primer ordre.
Saber determinar si es tracta d'un Problema de Valor Inicial (PVI) o un Problema de Contorn (PC).
Entendre els conceptes de convergència i ordre de convergència.
Coneixer les propietats bàsiques dels mètodes de Runge-Kutta.
Saber modelitzar un problema d'enginyeria com un sistema d'EDOs.
Saber utilitzar una llibreria per resolució numèrica d'EDOs.
Modelització i resolució numèrica de problemes d'enginyeria descrits mitjançant EDOs.

Avaluació #2

Avaluació #2

Activitats

Resolució de problemes d'interés enginyeril

Dedicació

6h

Metodologia docent

L'activitat docent que es desenvolupa al llarg del curs consisteix en: quinze setmanes de docència presencial, el treball personal dirigit i l'auto-aprenentatge. A més de les 4 hores per setmana a l'aula, s'han de dedicar 6 hores a la setmana, de mitjana, al treball personal dirigit i a l'auto-aprenentatge.

Almenys la meitat de les hores de classe es dediquen a treballar en petits grups (treballs dirigits a l'aula informàtica, exercicis a l'aula convencional, etc)

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.

1. L'assignatura s'avalua a partir dels següents elements:
* El treball a classe (class work, CW), a realitzar individualment o en grup.
* Dos tests (T1 i T2) que són estrictament individuals.

2. El treball a classe (CW) fa referència, entre d'altres, a:
* Exercicis o qüestionaris a l'aula

* Pràctiques a l'aula informàtica.
* La participació a classe.

3. Els continguts dels tests T1 i T2 estaran d'acord amb tota la matèria impartida des de l'inici del curs.

4. La qualificació final de l'assignatura s'obté segons

Nota = (0.5*T1 + 0.5*T2)^0.75 * CW^0.25

5. La deshonestedat acadèmica (incloent, entre d'altres, la comunicació durant els tests, el plagi i la falsificació de resultats) serà severament castigada, d'acord amb la normativa acadèmica vigent: qualsevol acte d'aquesta naturalesa implica una qualificació final de 0 a l'assignatura.

Criteris de qualificació i d'admissió a la reavaluació: Els alumnes suspesos a l'avaluació ordinària que s'hagin presentat regularment a les proves d'avaluació de l'assignatura suspesa tindran opció a realitzar una prova de reavaluació en el període fixat en el calendari acadèmic. No podran presentar-se a la prova de reavaluació d'una assignatura els estudiants que ja l'hagin superat ni els estudiants qualificats com a no presentats. La qualificació màxima en el cas de presentar-se a l'examen de reavaluació serà de cinc (5,0). La no assistència d'un estudiant convocat a la prova de reavaluació, celebrada en el període fixat no podrà donar lloc a la realització d'una altra prova amb data posterior. Es realitzaran avaluacions extraordinàries per a aquells estudiants que per causa de força major acreditada no hagin pogut realitzar alguna de les proves d'avaluació continuada.

Aquestes proves hauran d'estar autoritzades pel cap d'estudis corresponent, a petició del professor responsable de l'assignatura, i es realitzaran dins del període lectiu corresponent.

Normes de realització de proves

Es comentaran a classe.

Horari d'atenció

S'anunciarà a l'inici del curs.

Bibliografia

Bàsica

- Chapra, S.C.; Canale, R.P. Numerical methods for engineers. 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2021. ISBN 9781260571387.
- Recktenwald, G.W. Numerical methods with MATLAB: implementations and applications. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. ISBN 0201308606.
- Burden, R.L.; Faires, J.D.; Burden, A.M. Numerical analysis. 10th ed. Boston, MA: Cengage Learning, 2016. ISBN 9781305253667.

Complementària

- Huerta, A.; Sarrate, J.; Rodríguez-Ferran, A. Métodos numéricos: introducción, aplicaciones y programación. Edicions UPC, 2001. ISBN 8483015226.
- Hoffman, J.D. Numerical methods for engineers and scientifists. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824704436.