

Guia docent

230464 - MNC2 - Mètodes Numèrics i Computacionals II

Última modificació: 11/04/2025

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona

Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA FÍSICA (Pla 2011). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2025

Crèdits ECTS: 6.0

Idiomes: Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: ALVARO MESEGUER SERRANO

Altres:

CAPACITATS PRÈVIES

C1) Matemàtiques: coneixements previs d'àlgebra lineal, càlcul diferencial/integral a $\mathbb{R}^n$, equacions diferencials ordinàries.

C2) Programació: coneixements bàsics de Matlab/Octave i eines de programació amb calculadores científiques d'altres prestacions (HP48, 49 50 o similars).

C3) Mètodes numèrics: interpolació polinòmica, mètodes d'aproximació de solucions no-lineals (1 variable), derivació/integració numèriques (1 variable)

REQUISITS

R1) Mètodes Numèrics i Computacionals 1

Àlgebra lineal

Càlcul 1/2

Mètodes Matemàtics 1/2

R2) Coneixements de Mecànica Analítica/Fluids

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

3. Capacitat per escollir mètodes numèrics i d'optimització adequats per resoldre problemes de física i enginyeria. Aptitud per aplicar els coneixements d'algorísmica numèrica i optimització.

1. Comprensió i domini de la programació d'ordinadors, ús de sistemes operatius i d'eines informàtiques (programari científic). Aptituds per implementar algorismes numèrics en llenguatges de baix (C, F90) i alt (Matlab) nivell.

2. Aptitud per resoldre problemes de física i enginyeria utilitzant metodologies numèriques fonamentals: tractament de dades experimentals, interpolació, arrels d'equacions no-lineals, àlgebra lineal numèrica i optimització, quadratures i integració d'equacions diferencials, ponderant adequadament els seus diferents aspectes (precisió, estabilitat i rendiment o cost).

Genèriques:

5. CAPACITAT PER IDENTIFICAR, FORMULAR I RESOLDRE PROBLEMES D'ENGINYERIA FÍSICA. Capacitat per identificar, formular i resoldre problemes d'enginyeria física amb iniciativa, presa de decisions i creativitat. Desenvolupar mètodes d'anàlisi i solució de problemes de forma sistemàtica i creativa.

Transversals:

1. TREBALL EN EQUIP - Nivell 1: Participar en el treball en equip i col·laborar-hi, un cop identificats els objectius i les responsabilitats col·lectives i individuals, i decidir conjuntament l'estratègia que s'ha de seguir.
2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 2: Després d'identificar les diferents parts d'un document acadèmic i d'organitzar-ne les referències bibliogràfiques, dissenyar-ne i executar-ne una bona estratègia de cerca avançada amb recursos d'informació especialitzats, seleccionant-hi la informació pertinent tenint en compte criteris de rellevància i qualitat.
4. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
3. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.

METODOLOGIES DOCENTS

Activitats presencials (2.6 ECTS): exposició de conceptes teòrics i resolució de problemes amb participació de l'alumne. Sessions pràctiques de resolució de problemes concrets amb ordinador (individual/equip). Tutories.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Formular numèricament problemes d'enginyeria física, implementant algoritmes precisos i estables per a la seva resolució.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	85,0	56.67
Hores grup petit	26,0	17.33
Hores grup gran	39,0	26.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

1. Àlgebra Lineal Numèrica i Sistemes d'Equacions No Lineals

Descripció:

- 1.1 Mètodes directes (I): Gauss Elimination (GEM) i factorització LU.
- 1.2 Mètodes directes (II): Factorització PA=LU amb partial pivoting.
- 1.3 Factorització QR (I): Matrius ortogonals, reflectors de Householder.
- 1.4 Factorització QR (II): Minims quadrats.
- 1.5 Condicionament: Normes de matrius, condició d'una matriu i sensibilitat de sistemes a les pertorbacions.
- 1.6 Ortonormalització Gram-Schmidt inestable: GS amd reortogonalització.
- 1.7 Mètodes de Krylov (I): Iteració de Richardson i subespais de Krylov.
- 1.8 Mètodes de Krylov (II): GMRES, iteració d'Arnoldi.
- 1.9 Sistemes no lineals (I): Mètode de Newton.
- 1.10 Sistemes no lineals (II): Continuació i homotopia amb paràmetres.

Dedicació: 73h

Grup gran/Teoria: 19h

Grup petit/Laboratori: 11h

Activitats dirigides: 1h

Aprenentatge autònom: 42h

2. Aproximació de Funcions per Mínims Quadrats

Descripció:

- 2.1 Mínims quadrats en espais funcionals.
- 2.2 Sèries de Fourier generalitzades.
- 2.3 Dominis acotats (aproximacions de Legendre i Chebychev).
- 2.4 Dominis periòdics: DFT.
- 2.5 Aplicacions (I): Matrius de diferenciació Fourier-Chebychev-Legendre.
- 2.6 Aplicacions (II): Computació de problemes de valors a la frontera.
- 2.7 Aplicacions (III): Computació de funcions pròpies i espectres de problemes de Sturm-Liouville.

Dedicació: 41h

Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 9h
Activitats dirigides: 1h
Aprenentatge autònom: 21h

3. Equacions Diferencials Ordinàries (problemes de valors inicials)

Descripció:

- 3.1 Introducció: Teorema de Cauchy-Picard Theorem, existència i unicitat de solucions al problema de valors inicials.
- 3.2 Fòrmules de multipas lineals (I): Polinomis característics, error de truncament local i ordre de precisió. Fòrmules d'Adams i de Curtiss-Hirschfelder (BDF).
- 3.3 Fòrmules de multipas lineals (II): Estabilitat i convergència. Primera barrera de Dahlquist.
- 3.4 Fòrmules de multipas lineals (III): A-estabilitat, segona barrera de Dahlquist's. Mètodes de Runge-Kutta explícits.

Dedicació: 36h

Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 4h
Activitats dirigides: 1h
Aprenentatge autònom: 21h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

1. Examen parcial (EP) de mig cuatrimestre (30% de la nota total).
2. Examen final (EF) de tots el continguts del curs (50% - 80% de la nota total, dependent de criteri de maximització).
3. Avaluació pràctiques laboratori P (20% de la nota total).

$$\text{NOTA FINAL} = 0.8 \times \max\{ \text{EF}, 0.7 \times \text{EF} + 0.3 \times \text{EP} \} + 0.2 \times \text{P}$$

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Kincaid, D; Cheney, E. W. Numerical analysis: mathematics of scientific computing. 3th ed. Pacific Grove [etc.]: Brooks/Cole, 2002. ISBN 0534389058.
- Meseguer, A. Fundamentals of numerical mathematics for physicists and engineers [en línia]. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2020 [Consulta: 15/07/2020]. Disponible a: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119425762>. ISBN 9781119425762.
- Griffiths, D.H, Desmond J.. Numerical Methods for Ordinary Differential Equations : Initial Value Problems [en línia]. 1. London: Springer-Verlag, 2010 [Consulta: 15/07/2020]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-85729-148-6>. ISBN 9780857291486.

Complementària:

- Quarteroni, A.; Saleri, F.; Sacco, R. Numerical mathematics [en línia]. 2nd ed. New York ; Barcelona [etc.]: Springer, 2007 [Consulta: 25/09/2018]. Disponible a: <https://link.springer.com/book/10.1007/b98885>. ISBN 9783540346586.
- Watkins, D. S. Fundamentals of matrix computations. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2010. ISBN 9780470528334.