



Guia docent

300285 - CE - Enginyeria Computacional

Última modificació: 09/06/2023

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN CIÈNCIA I TECNOLOGIA AEROESPACIALS (Pla 2021). (Assignatura optativa).

Curs: 2023 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Juan Pedro Mellado

Altres:

CAPACITATS PRÈVIES

Linear algebra, calculus, theoretical modelling of engineering and physics problems.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CE1 MAST21. Aplicar el mètode científic per a l'estudi de la fenomenologia particular de l'ambient aeroespacial.

Transversals:

CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme 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.

CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

Bàsiques:

CB7. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.

METODOLOGIES DOCENTS

Course lectures are presential and attendance is compulsory. Course materials consist of slide presentations and numerical codes/scripts. Sessions are generally structured as a 2h theory exposition in a classroom, followed by a numerical lab session to implement practical examples of the concepts just learnt.

The methodologies involved are:

- MD1: Theory sessions
- MD2: Interactive sessions
- MD3: Lab sessions
- MD5: Autonomous work
- MD6: Group work
- MD7: Tutorials



OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

The course is a hands-on introduction to the numerical solution of linear and nonlinear systems, optimization, and ordinary and partial differential equations. The emphasis is on understanding fundamental aspects of numerical methods and the challenges associated with their implementation and validation. After the course, the students are able to find the methods in standard libraries that are more suitable for a particular problem, and they can assess the trade-offs between accuracy and cost. As software, we use python.

HORES TOTALS 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

Introduction.

Descripció:

- Computational engineering.
- Python3. Optionally, Spyder3 as programming environment.

Activitats vinculades:

- A01: Theory session
- A04: Lab session
- A09: Self study

Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 11h

Linear systems of equations.

Descripció:

- Direct methods. Operation count. Gaussian elimination, LU factorization, Cholesky factorization. Pivoting. Sparsity and fill-in.
- Iterative methods. Consistency, Stability and Convergence. Stationary methods (Jacobi, Gauss-Seidel, over-relaxation methods) and non-stationary methods (steepest descent, conjugate gradient). Preconditioning.

Activitats vinculades:

- A01: Theory sessions
- A02: Interactive sessions
- A03: Problem resolution
- A04: Lab sessions
- A05: Discussion sessions
- A08: Tutorials
- A09: Self study
- A10: Home exercises
- A11: Home project
- A12: Graded home exercises/activities

Dedicació: 22h

Grup gran/Teoria: 8h

Aprenentatge autònom: 14h



Nonlinear systems and optimisation.

Descripció:

- Non-linear systems. Review of iterative methods, direct method, Newton's method and its variants. Convergence criteria.
- Optimization. Unconstrained optimization, line-search methods, gradient methods. Trust-region techniques.

Activitats vinculades:

- A01: Theory sessions
- A02: Interactive sessions
- A03: Problem resolution
- A04: Lab sessions
- A05: Discussion sessions
- A08: Tutorials
- A09: Self study
- A10: Home exercises
- A11: Home project
- A12: Graded home exercises/activities

Dedicació: 22h

Grup gran/Teoria: 8h

Aprenentatge autònom: 14h

Ordinary differential equations.

Descripció:

- Finite difference approximations. Taylor tables. Error analysis. Boundary value problems.
- Time-marching schemes. Explicit and implicit schemes. Error and stability analysis. Initial value problems.

Activitats vinculades:

- A01: Theory sessions
- A02: Interactive sessions
- A03: Problem resolution
- A04: Lab sessions
- A05: Discussion sessions
- A08: Tutorials
- A09: Self study
- A10: Home exercises
- A11: Home project
- A12: Graded home exercises/activities

Dedicació: 22h

Grup gran/Teoria: 8h

Aprenentatge autònom: 14h



Partial differential equations.

Descripció:

- Finite difference methods. Semi-discrete approach (method of lines). Error and stability analysis: Advection-diffusion equations (CFL number and diffusion number).
- Multidimensional problems. Operator splitting.
- Introduction to finite volume methods. Interpolation problem.
- Introduction to finite element methods. Weak formulation. Element discretization. System assembly.

Activitats vinculades:

- A01: Theory sessions
- A02: Interactive sessions
- A03: Problem resolution
- A04: Lab sessions
- A05: Discussion sessions
- A08: Tutorials
- A09: Self study
- A10: Home exercises
- A11: Home project
- A12: Graded home exercises/activities

Dedicació: 44h

Grup gran/Teoria: 16h

Aprenentatge autònom: 28h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

The evaluation is based on take-home assignments, where the students have to write python codes to solve specific problems with the algorithms discussed in class.

5 take-home assignments (100% of the final grade, each 20%).

In case of failing, the grade will be based on one additional written in-class exam on the date fixed in the calendar of final exams. The grade obtained in the additional written in-class exam will range between 0 and 10 and will replace that of the course based on the take-home assignments.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Open book exam

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Trefethen, Lloyd N; Bau, David. Numerical linear algebra. Philadelphia: SIAM, 1997. ISBN 9780898713619.
- Quarteroni, Alfio; Saleri, Fausto; Gervasio, Paola. Scientific computing with MATLAB and Octave [en línia]. 4th ed. Heidelberg [etc.]: Springer, 2014 [Consulta: 18/01/2021]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-12430-3>. ISBN 9783642453663.
- Zienkiewicz, O. C; Taylor, Richard Lawrence; Zhu, J. Z. The Finite element method : its basis and fundamentals [en línia]. 6th ed. Amsterdam [etc.]: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/book/9780750664318>. ISBN 0750663200.
- Quarteroni, Alfio; Saleri, Fausto; Sacco, Riccardo. Numerical mathematics [en línia]. 2nd ed. New York ; Barcelona [etc.]: Springer, cop. 2007 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: <https://link.springer.com/book/10.1007/b98885>. ISBN 9783540346586.