



Universitat de Lleida

DEGREE CURRICULUM  
**NUMERICAL METHODS**

Academic year 2013-14

## Subject's general information

<b>Subject name</b>	Numerical Methods
<b>Code</b>	102102
<b>Semester</b>	1r Q Avaluació Continuada
<b>Typology</b>	Troncal
<b>ECTS credits</b>	6
<b>Theoretical credits</b>	3
<b>Practical credits</b>	3
<b>Department</b>	Matemàtica
<b>Teaching load distribution between lectures and independent student work</b>	40% presencials 60% treball autònom
<b>Important information on data processing</b>	Consult <a href="#">this link</a> for more information.
<b>Language</b>	Idioma Percentatge d'ús Català 50.0 Anglès 0.0 Castellà 50.0
<b>Office and hour of attention</b>	Horari: a consensuar amb l'alumne. Lloc: Despatx del professor.

Isaac A. García

## Subject's extra information

We recommend a good basis for the subjects of first year courses Calculus and Linear Algebra. The course requires continuous work throughout the semester to achieve their goals. It is also necessary critical thinking and capacity for abstraction. You can find the following materials in the Copisteria Campus Capped (Building Aulari) and the Virtual Campus <http://cv.udl.cat> Collection set of exercises, tests resolutions for previous years; Statements of Practice lab.

The course is based on obtaining constructive methods for the approximation of the solution of real problems. The numerical methods are an essential tool in the field of applied science dealing with design methods that approximate, in an efficient way, solutions to problems previously formulated mathematically. In most cases, the mathematical problem comes from a practical problem in some areas of experimental Engineering. The objective of this course is the study of algorithms and constructive methods that allow us to obtain the solution of a problem with arbitrary precision in a finite number of steps. Since many calculations are involved, the development of numerical methods requires the use of computers. The course will support technical subjects of the same course and moreover of advanced courses.

## Learning objectives

Without translate-

L'assignatura es basa en l'obtenció de mètodes constructius per a la solució aproximada de problemes reals. Els Mètodes Numèrics són una eina fonamental en el camp de les ciències aplicades que tracten de dissenyar mètodes que aproximin, de forma eficient, les solucions de problemes prèviament formulats matemàticament. En la majoria dels casos, el problema matemàtic es deriva d'un problema pràctic en àrees experimentals com és l'Enginyeria L'objectiu de l'assignatura és l'estudi d'algoritmes i mètodes constructius que ens permetin obtenir la solució d'un problema amb una precisió arbitrària en un nombre finit de passos. En requerir molts càlculs, el desenvolupament dels mètodes numèrics ha anat en paral·lel amb el dels computadors que han fet factible la seva utilització. L'assignatura donarà suport a assignatures tècniques del mateix curs i de cursos superiors.

## Competences

### Degree-specific competences

- Ability to resolve logical problems that can arise in engineering. Aptitude to apply knowledge about lineal algebra; geometry; differential geometry; differential and integral calculus; differential equations and partial derivatives; numeric methods, numeric algorithms; statistics and optimization.

Goals

- Manipulate mathematical expressions and calculate fluently
- Synthesize the statement of a problem with the objective of express it in mathematical form
- To use mathematical techniques to solve problems of particular relevance in engineering
- Reasoning and analyzing the numerical results obtained from a calculation

### Degree-transversal competences

- Ability for abstraction and critical, logical and logical reasoning.

Goals

- Synthesize the statement of a problem with the objective of putting it in mathematical form
- Ability to resolve problems and elaborate and defend arguments inside their field of study

## Goals

- Use of mathematical techniques to solve problems
- Ability to analyse and synthesize.

## Goals

- Reasoning and analyzing the numerical results obtained from a calculation

## Subject contents

### 1. Errors, Stability and Conditioning.

#### 1.1. Preliminaries.

1.1.1. Scientific computing and application areas.

1.1.2. Mathematical modeling, numerical simulation and algorithms.

#### 1.2. Errors.

1.2.1. Errors in the entry.

1.2.2. Floating Point Arithmetic: rounding errors.

1.2.3. Truncation or discretization errors.

1.2.4. Analysis of error propagation.

#### 1.3. Stability.

1.3.1. Numerical stability of algorithms.

1.3.2. Unstable numerical problems.

1.3.3. Well and ill-conditioned problems.

### 2. Polynomial Interpolation.

#### 2.1. Introduction.

2.1.1. Objectives of the interpolation.

2.1.2. Different types of interpolation.

#### 2.2. Polynomial Interpolation.

2.2.1. Existence and uniqueness of the interpolating polynomial.

2.2.2. Lagrange formula.

2.2.3. Divided difference scheme and Newton interpolation.

2.2.4. Polynomial interpolation error.

2.2.5. The problem of polynomial interpolation: Runge phenomenon.

### **3. Approximation of Functions.**

3.1. Introduction and Theoretical Foundations.

3.1.1 Objectives of the approach.

3.1.2. Types of approximation: polynomial, trigonometric, exponential.

3.1.3. Discrete and continuous approach.

3.1.4. Existence and uniqueness of the approximating function.

3.1.5. Euclidean norm: Least Squares Approximation.

3.1.6. Normal equations.

3.2. Overdetermined linear systems.

3.3. Data linearization

### **4. Numerical Integration.**

4.1. Introduction.

4.1.1. Utility of numerical integration.

4.1.2. Interpolating integration.

4.2. Newton-Cotes formulas.

4.2.1. Special cases: trapezium rule, Simpson's rule, etc ...

4.2.2. Compose formulas of Newton-Cotes.

4.2.3. Error in simple and compose formulas.

4.3. Romberg method.

### **5. Nonlinear Equations.**

5.1. Introduction.

5.1.1. Non exactly solvable equations: transcendental case.

5.1.2. Bolzano's theorem: bisection algorithm.

5.2. Some iterative methods.

5.2.1. Newton-Raphson or the tangent method.

5.2.2. Secant method.

5.3. Nonlinear systems and Newton-Raphson method.

## 6. Ordinary Differential Equations.

6.1. Introduction.

6.1.1. Initial value Cauchy problem.

6.1.2. Theorem of existence and uniqueness of the Cauchy problem.

6.2. One step methods.

6.2.1. Euler's method.

6.2.2. Taylor methods.

6.2.3. Heun or modified Euler method.

6.2.4. Runge-Kutta methods.

## Methodology

Without translate-

Aquesta assignatura consta de lliçons teòriques, classes de problemes i pràctiques amb ordinador. A les classes teòriques es presentarà els continguts, demostrant algun dels resultats fonamentals i a més es posarà èmfasi en els objectius d'aprenentatge. D'altra banda, les classes de problemes estan pensades per a resolució d'exercicis i discussió de punts específics que l'alumne haurà treballat primer de manera autònoma. En les classes pràctiques es resoldran (mitjançant treball en equip) problemes d'enginyeria amb la implementació de programes escrits en codi Octave/Matlab

## Development plan

Without translate-

Temporalització dels continguts de l'assignatura:

- Setmanes 1 i 2 (Tema 1. **Errors, estabilitat i condicionament**)
- Setmanes 3,4 i 5 (Tema 2. **Interpolació Polinòmica**)
- Setmanes 6, 7 i 8 (Tema 3. **Integració Numèrica**)
- Setmana 10,11 i 12 (Tema 4. **Equacions Diferencials Ordinàries**)
- Setmana 13 i 14 (Tema 5. **Equacions no lineals**)
- Setmana 15 i 16 (Tema 6. **Aproximació de funcions**)

## Evaluation

### **AVALUACIÓ DE L'ASSIGNATURA MÈTODES NUMÈRICS**

Grau d'Enginyeria Mecànica

Grau d'Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Without translate-

L'assignatura consta de dues parts, una teòrica i una pràctica. La part teòrica té un pes de 80% i la pràctica el 20% restant.

**Part Teòrica:** Consta de dos controls escrits basats en la resolució de problemes. Cada examen té el mateix pes i la nota de teoria s'obté calculant el valor mitjà de les notes dels dos controls. Si la nota de teoria és igual o superior a 5 llavors, i només llavors, es podrà afegir la nota de pràctiques.

**Part Pràctica:** Cada parella d'alumnes (companyats de pràctiques) han de lliurar un informe on es resol un problema d'enginyeria mitjançant càlculs realitzats en llenguatge de programació Octave / Matlab.

**Recuperació:** Només es podrà recuperar la part teòrica. La recuperació es realitzarà per controls. L'alumne té el dret (que no l'obligació) a poder recuperar cada un dels controls suspesos. A més, l'alumne no es pot presentar a recuperació per pujar una nota d'un control si aquest ja està aprovat.

**Càlcul de la Nota Final:** Totes les notes següents estan donades en l'interval [0, 10].

C1 = Nota de Control 1

C2 = Nota de Control 2

P = Nota de Pràctica

N = Nota Final

Si  $(C1 + C2) / 2 \geq 5$ , llavors  $N = 0.8 * (C1 + C2) / 2 + 0.2 * P$

---

---

Temporalització i càrrega percentual de les activitats d'avaluació:

- **Setmana 9.** Examen pràctic dels continguts desenvolupats a classe en les setmanes de la 1 fins la 8 . Aquesta activitat contribueix amb el 40% de la nota total de l'assignatura.
- **Setmana 15.** Lliurament de pràctiques. Aquesta activitat contribueix amb el 20% de la nota total de l'assignatura.
- **Setmana 16.** Examen pràctic dels continguts desenvolupats a classe en les setmanes de la 10 fins la 15. Aquesta activitat contribueix amb el 40% de la nota total de l'assignatura.

## Bibliography

### Basic bibliography:

- Chavarriga, J., García, I.A. y Giné, J. *Manual de Métodos Numéricos*. Edicions de la Universitat de Lleida, Eines **35**, 1999.
- García, I.A. y Maza, S. *Métodos Numéricos: Problemas Resueltos y Prácticas*. Edicions de la Universitat de Lleida. Eines **62**, 2009.
- Aubanell, A., Benseny, A. y Delshams, D. *Eines Bàsiques de Càlcul Numèric*. Publicacions de la UAB.
- Kincaid, D. y Cheney, W. *Análisis numérico*. Ed. Addison-Wesley, Delaware, 1994.
- Grau, M. y Noguera, M. *Càlcul Numèric*. Ed. UPC, Barcelona, 1993.
- Burden, R.L y Douglas Faires, J. *Análisis Numérico*. 6a edició, International Thomson Editores, México, 1999.

### Recommended Bibliography:

- Dahlquist, G. and Björck, A. *Numerical methods*. Ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1974.

- Isaacson, E. and Keller, H.B. *Analysis of Numerical Methods*. Jhon Wiley, New York, 1966.
- Kress, R. *Numerical Analysis*. Ed. Springer-Verlag, New-York, 1998.