



## Guia docent

# 320029 - MEFE - Mètode dels Elements Finites per a l'Enginyeria

Última modificació: 19/04/2023

**Unitat responsable:** Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa  
**Unitat que imparteix:** 749 - MAT - Departament de Matemàtiques.  
737 - RMEE - Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AUDIOVISUALS (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA DE TECNOLOGIA I DISSENY TÈXTIL (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA DE DISSENY INDUSTRIAL I DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE (Pla 2010). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES AEROESPACIALS (Pla 2010). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA EN VEHICLES AEROESPACIALS (Pla 2010). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2023

**Crèdits ECTS:** 6.0

**Idiomes:** Català, Castellà

## PROFESSORAT

**Professorat responsable:** E. Monsó

**Altres:** O. Cáceres, I. Gálvez, M.J. Jiménez, T. Navarro

## COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

### Específiques:

3. IND\_BÀSICA: Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que puguin plantenjar-se a l'enginyeria. Aptitud per aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria, geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i amb derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització.

### Transversals:

1. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
2. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.

## METODOLOGIES DOCENTS

- Sessions presencials d'exposició dels continguts.
- Sessions presencials de treball pràctic.
- Treball autònom d'estudi i realització d'exercicis.
- Preparació i realització d'activitats avaluable individualment i en grup.



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu principal és capacitar l'alumnat per comprendre i aplicar el mètode dels elements finits a la resolució de molts problemes d'enginyeria. En camps diversos de l'enginyeria, que es tracten en altres assignatures, molts problemes es tradueixen en equacions en derivades parcials que es resolen pel mètode dels elements finits, i en aquesta assignatura es capacita l'alumnat per comprendre'n els mecanismes, bases i mètodes de resolució.

Basant-se en els fonaments de càlcul numèric que s'han cursat en l'assignatura Matemàtiques I, l'objectiu de la primera part d'aquesta assignatura és posar en mans dels alumnes les eines bàsiques de l'anàlisi numèrica amb la fita d'emprar-les en el mètode dels elements finits més endavant.

L'enfocament de l'assignatura és eminentment pràctic. Es tractaran aplicacions del mètode a problemes concrets de l'enginyeria, de forma que cada alumne o grup d'alumnes treballarà en algun problema de la seva àrea d'especialitat o interès.

Així mateix es pretén desenvolupar l'habilitat de l'alumnat en la realització de càlculs pràctics amb l'ús de programari simbòlic, programable i comercial. S'utilitzen diferents llibreries específiques de MATLAB.

## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	60,0	40.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### TEMA 1: INTRODUCCIÓ ALS MÈTODES NUMÈRICS

#### Descripció:

- 1.1. Fonaments de computació: models de còmput, convergència, precisió i estabilitat.
- 1.2. Representació numèrica, operacions aritmètiques i algorismes recursius.
- 1.3. Introducció a l'anàlisi numèrica: fonts i propagació d'errors, estabilitat numèrica, estimació d'errors, nombres de condició.

#### Objectius específics:

Conèixer uns punts bàsics per al càlcul aproximat: convergència, errors.

#### Activitats vinculades:

Exercici per a lliurar 1

#### Dedicació: 10h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 6h



## TEMA 2: RESOLUCIÓ NUMÈRICA DE SISTEMES D'EQUACIONS LINEALS

### Descripció:

2.1. Resolució de sistemes d'equacions lineals per mètodes directes: sistemes triangulars, eliminació gaussiana, descomposició LU, anàlisi dels errors.

2.2. Resolució de sistemes d'equacions lineals per mètodes iteratius: mètodes de Jacobi, Gauss-Seidel, sobrerelaxació, convergència.

### Objectius específics:

Saber aplicar els mètodes de resolució aproximada de sistemes d'equacions lineals emprats en el mètode d'elements finits

### Activitats vinculades:

Exercici per a lliurar 1

### Dedicació: 30h

Grup petit/Laboratori: 12h

Aprenentatge autònom: 18h

## TEMA 3: RESOLUCIÓ NUMÈRICA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES

### Descripció:

3.1. Problemes de valor inicial.

3.2. Problemes de valor a la frontera i valors propis.

### Objectius específics:

Saber aplicar els mètodes de resolució aproximada d'equacions diferencials

### Activitats vinculades:

Exercici per a lliurar 2

### Dedicació: 20h

Grup petit/Laboratori: 8h

Aprenentatge autònom: 12h

## TEMA 4: EQUACIONS EN DERIVADES PARCIAIS

### Descripció:

4.1. Equacions hiperbòliques, parabòliques i el·líptiques.

4.2. Mètodes de resolució: separació de variables, propagació d'ones, teoria del potencial.

4.3. Mètode de les diferències finites.

### Objectius específics:

Saber aplicar els mètodes de resolució aproximada d'equacions en derivades parcials relacionats amb el mètode d'elements finits

### Activitats vinculades:

Exercici per a lliurar 3

### Dedicació: 30h

Grup petit/Laboratori: 12h

Aprenentatge autònom: 18h



## TEMA 5: MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS

### Descripció:

- 5.1 Forma integral del problema.
- 5.2 Interpolació funcional.
- 5.3 Generació de malles, matriu de coordenades, matriu de connectivitats.
- 5.4 Esquema bàsic d'un codi d'elements finits. Tractament de condicions de contorn.
- 5.5 Estimació de l'error.

### Objectius específics:

Saber aplicar el mètode d'elements finits en problemes concrets d'un àrea d'especialitat o interès d'enginyeria.

### Activitats vinculades:

Projecte

### Dedicació: 60h

Grup petit/Laboratori: 24h

Aprenentatge autònom: 36h

## ACTIVITATS

### EXERCICI PER A LLIURAR 1

#### Descripció:

Exercici per a lliurar

#### Objectius específics:

- Capacitat per a la resolució aproximada de sistemes d'equacions lineals emprats en el mètode d'elements finits
- Capacitat per a la resolució de problemes que requereixen fer aproximacions de funcions
- Aprenentatge de l'ús del programari per resoldre aquests problemes

#### Material:

Bibliografia, ordinador i programari

#### Lliurament:

Lliurable, 10% avaluació

### EXERCICI PER A LLIURAR 2

#### Descripció:

Exercici per a lliurar

#### Objectius específics:

- Capacitat per a la resolució aproximada de d'equacions diferencials
- Aprenentatge de l'ús del programari per resoldre aquests problemes

#### Material:

Bibliografia, ordinador i programari

#### Lliurament:

Lliurable, 15% avaluació



### EXERCICI PER A LLIURAR 3

**Descripció:**

Exercici per a lliurar

**Objectius específics:**

- Capacitat per al tractament de problemes relacionats amb equacions en derivades parcials.
- Aprenentatge de l'ús del programari per a resoldre aquests problemes.

**Material:**

Bibliografia, ordinador i programari

**Lliurament:**

Lliurable, 15% avaluació

### PROJECTE

**Descripció:**

Projecte per resoldre amb el mètode d'elements finits un problema d'enginyeria, amb una part de treball individual i/o una altra de treball en grup.

**Objectius específics:**

- Capacitat per a l'aplicació del mètode dels elements finits per la resolució de problemes de l'enginyeria
- Aprenentatge de l'ús del programari per resoldre aquests problemes
- Capacitat pel treball individual
- Capacitat pel treball en grup

**Material:**

Bibliografia, ordinador i programari

**Lliurament:**

Lliurable, treball individual i/o treball en grup, 60% avaluació.

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

S'avaluarà l'assignatura mitjançant:

- Exercicis per a lliurar: 40%
- Avaluació del projecte: 60%, (treball individual 40%, treball en grup 20%)

## BIBLIOGRAFIA

**Bàsica:**

- John, Fritz. Partial differential equations. 4th ed. New York: Springer-Verlag, 1982. ISBN 0387906096.
- Fish, J.; Belytschko, T. A first course in finite elements [en línia]. Chichester: John Wiley & Sons, 2007 [Consulta: 13/05/2022]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9780470510858>. ISBN 9780470035801.
- Eriksson, K.; Estep, D.; Johnson, C. Applied mathematics: body and soul, vol. 3, Calculus in several dimensions. Berlin: Springer, 2004. ISBN 3540008918.

**Complementària:**

- Aubanell, A.; Benseny, A.; Delshalms, A. Eines bàsiques de càlcul numèric: amb 87 problemes resolts. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 1991. ISBN 8479292318.

## RECURSOS



**Altres recursos:**

- Llistes d'exercicis i pràctiques de l'assignatura.
- Paquets MATLAB per al càlcul numèric.
- Paquets ANSYS pel mètode dels elements finits.