



## GUÍA DE APRENDIZAJE

CURSO 2017/18

### ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS
3. COMPETENCIAS
4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE
5. PROFESORADO
6. PROGRAMA
7. PLAN DE TRABAJO
8. SISTEMA DE EVALUACIÓN
9. RECURSOS DIDÁCTICOS
10. OTRA INFORMACIÓN

## PLAN 14IA - GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL

Código **145006204**

Asignatura **MEF Y DFC**

Nombre en Inglés **FEM & CFD**

Materia ELEMENTOS FINITOS Y DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

Especialidad PA

Idiomas CASTELLANO

Curso TERCERO

Semestre SEXTO

Carácter OBE

Créditos 4,5 ECTS

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Breve descripción de la asignatura.

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

### a) CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

#### Asignaturas superadas:

- Física I y II.
- Matemáticas I y II.
- Informática.
- Mecánica de Fluidos.
- Resistencia de Materiales y Elasticidad.

#### Otros requisitos:

- Conocimientos de Mecánica del Sólido, Mecánica de Fluidos, Cálculo Diferencial y Álgebra.
- Lenguajes de programación de alto nivel (informática).
- Matlab.

### b) CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

Se recomienda tener superadas las Asignaturas:

Otros Conocimientos:

## 3. COMPETENCIAS

- CG3.-** Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.
- CG4.-** Capacidad para integrarse y formar parte activa de equipos de trabajo. Trabajo en equipo.
- CG6.-** Uso de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.
- CG9.-** Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo.
- CE22.-** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: La mecánica de fractura del medio continuo y los planteamientos dinámicos, de fatiga de inestabilidad estructural y de aeroelasticidad.
- CE24.-** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos que describen el flujo en todos los regímenes, para determinar las distribuciones de presiones y las fuerzas sobre las aeronaves.
- CE27.-** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: los métodos de cálculo de diseño y proyecto aeronáutico; el uso de la experimentación aerodinámica y de los parámetros más significativos en la aplicación teórica; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación, diseño, análisis e interpretación de experimentación y operaciones en vuelo; los sistemas de mantenimiento y certificación de aeronaves.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

**RA01.-** Comprensión de los procedimientos básicos de la dinámica de fluidos computacional.

**RA02.-** Comprensión del método de los elementos finitos.

**RA03.-** Resolución de problemas relativamente complejos en mecánica de medios continuos mediante la selección del modelo de comportamiento y de la formulación adecuada para el mismo.

## 5. PROFESORADO

**Departamento:** Dpto. de MECÁNICA DE FLUIDOS Y PROPULSIÓN AEROESPACIAL y Dpto de AERONAVES Y VEHÍCULOS ESPACIALES.

**Coordinador de la Asignatura:** Roque Corral Garcia

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
José María Benitez Baena	<a href="mailto:josemaria.benitez@upm.es">josemaria.benitez@upm.es</a>	118
Miguel Angel Sanz Gómez	<a href="mailto:miguelangel.sanz@upm.es">miguelangel.sanz@upm.es</a>	118
Francisco Javier MONTANS LEAL	<a href="mailto:fco.montans@upm.es">fco.montans@upm.es</a>	118
Jose Crespo Barrios	<a href="mailto:jcrespo.@upm.es">jcrespo.@upm.es</a>	111
Roque Corral Garcia (C)	<a href="mailto:roque.corral@upm.es">roque.corral@upm.es</a>	Fluidos 8
José Miguel Pérez Pérez	<a href="mailto:josemiguel.perez@upm.es">josemiguel.perez@upm.es</a>	Fluidos 9

Los horarios de tutorías estarán publicados en (especificar la forma y lugar).

## 6. TEMARIO

### BLOQUE 1

Tema 1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Introducción a la mecánica computacional en medios continuos.

Tema 2. RELACIONES ENTRE EL CÁLCULO MATRICIAL Y EL M.E.F.

2.2. Conceptos de repaso del cálculo matricial de estructuras. 2.3. Concepto de rigidez: montaje de elementos estructurales en la matriz.

Tema 3. IDEAS DETRÁS DEL M.E.F.

3.1. Aplicación para distintas ecuaciones diferenciales. 3.2. Formulaciones de uso común.

Tema 4. ELEMENTOS DEL MEDIO CONTINUO.

4.1. Polinomios de Hermite en vigas. 4.2. Formulación Isoparamétrica 2D/3D. 4.3. Tipología de elementos: lagrangianos y serendípitos.

Tema 5. ELEMENTOS ESTRUCTURALES PLANOS.

5.1. Problemas de placas, láminas y membranas.

### BLOQUE 2

## Tema 8. INTRODUCCIÓN AL C.F.D.

8.1. Breve historia de CFD. 8.2. Campos de aplicación: éxitos y limitaciones. 8.3. Perspectivas futuras.

## Tema 9. TRABAJANDO CON EL ORDENADOR.

9.1. Representación aritmética: precisión sencilla y doble. 9.2. Arquitectura del ordenador: Procesador, memoria compartida y distribuida, disco duro, redes. 9.3. Introducción a lenguajes de programación.

## Tema 10. ECUACIONES DE LA MECÁNICA DE FLUIDOS.

10.1. Revisión matemática: Introducción a Ecuaciones en Derivadas Parciales. Clasificación de EDPs: Hiperbólicas, Parabólicas, Elípticas. 10.2. Las ecuaciones de Navier-Stokes compresibles en coordenadas cartesianas; en coordenadas curvilíneas ortogonales. 10.3. Casos límite de las ecuaciones generales: Flujo incompresible, flujo potencial, capa límite. 10.4. Flujo laminar y turbulento, Modelización de la Turbulencia.

## Tema 11. DISCRETIZACIÓN TEMPORAL.

11.1 Esquemas explícitos, implícitos y multipaso. 11.2 Estabilidad de esquemas de discretización.

## Tema 12. DISCRETIZACIÓN ESPACIAL.

12.1. Mallas regulares, no-estructuradas, híbridas. 12.2. Mallas regulares: transformación de coordenadas. 12.3. Esquemas de diferencias finitas, volúmenes finitos y elementos finitos. 12.4. Método de paneles.

## Tema 13. APLICACIONES.

13.1. Ecuaciones hiperbólicas, parabólicas y elípticas. 13.2. La ecuación de Burgers viscosa.

## Tema 14. INTRODUCCIÓN A OPENFOAM.

14.1. Herramientas de mallado. 14.2. Solvers incompresibles y compresibles. 14.3. Visualización y utilidades de postproceso. 14.4. Ejemplos de flujo incompresible y compresible.

## 7. PLAN DE TRABAJO

### a) Cronograma.

Semana Nº	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1	Tema 1 - LM			
2	Tema 2 - LM			
3	Tema 3 - LM			
4	Tema 3 - LM			
5	Tema 4 - LM			
6	Tema 4 - LM			
7	Tema 5 - LM			
8	Prácticas computacionales - RPA		Prácticas presenciales con el ordenador (Adina)	
9	Tema 8 - 9 - 10 LM Duración Tema 8: 1h LM Duración Tema 9: 1h RPA Duración Tema 10: 2h			

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
10	Tema 11 LM Duración Tema 8: 4h			
11	Tema 11 – 12 LM Duración Tema 11: 2h LM Duración Tema 12: 2h			
12	Tema 12: LM Duración Tema : 2h			
13	Tema 12 LA Duración Tema 12: 4h			Examen Evaluación continua: DFC POPF: Prueba objetiva parcial/final Duración Examen: 2h
14	Tema 12 - 13 RPA Duración Tema 12: 2h LM Duración Tema 13: 2h			

## b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS	1,9	1,1		1,3		

LM: LECCIÓN MAGISTRAL

PBL: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO

RPA: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA

TP: TUTORÍAS PROGRAMADAS

\*Otros (especificar):

## 8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

### 8.1. Tribunal de Evaluación.

<b>Presidente:</b>	Roque Corral Garcia
<b>Vocal:</b>	Francisco Javier MONTANS LEAL
<b>Secretario:</b>	José Miguel Pérez Pérez
<b>Suplente:</b>	José CRESPO BARRIOS

## 8.2. Actividades de Evaluación.

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
8	Examen parcial MEF	Presencial	TEST	2h	50	5	
15	Examen parcial DFC	Presencial	TEST	2h	50	5	
	Examen final	Presencial	TEST	4h	100	5	

### a) Criterios de Evaluación.

#### Evaluación MEF (Temas 8-14)

Temas 1-7. Examen presencial parcial: obtener una nota mayor o igual a 5.0 en el examen (aprobado)

#### Evaluación DFC (Temas 8-14)

Temas 8-13. Examen presencial parcial: obtener una nota mayor o igual a 5.0 en el examen (aprobado)

#### Evaluación final:

La nota final del curso (NF) se compone de los siguientes grupos de actividades:

- Parcial MEF (P1mef).
- Final ordinario (E1mef) convocatoria ordinaria oficial de la asignatura.
- Parcial DFC (P2dfc).
- Final ordinario (E2dfc) convocatoria ordinaria oficial de la asignatura.
- Todos los exámenes se superan con una nota mayor o igual a 5.0.

La nota final de la asignatura (NF) se calcula de acuerdo a una regla proporcional al peso de cada parte de la asignatura (mef, dfc), y según los parciales previamente liberados (P1mef, P2cfd):

$$NF = O(P1mef, E1mef) * 0.5 + O(P2dfc, E2dfc) * 0.5$$

Para aprobar la asignatura es necesario que la nota final ponderada al 50% entre los bloques 1 (mef) y 2 (dfc) sea 5.0. Es necesario una nota mayor o igual a 3.0 en cada una de las partes.

## 9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	Tipo	Observaciones
K. J. BATHE. "Finite Element Procedures". Ed. Prentice Hall, 2006.	Bibliografía	
T. J. R. HUGHES. "The Finite Element Method Linear Static and Dynamic Analysis". Ed. Dover, 2005.	Bibliografía	
O. C. ZIENKIEWICZ Y R. TAYLOR. "The Finite Element Method". Varios editores y volúmenes.	Bibliografía	

Descripción	Tipo	Observaciones
E. ALARCÓN, R. ÁLVAREZ, M.S. GÓMEZ. "Cálculo Matricial de Estructuras". Ed. Reverte, 1990.	Bibliografía	
E. OÑATE. "Cálculo de estructuras por el método de los elementos finitos". CIMNE, 1995.	Bibliografía	
J. E. AKIN. "Finite Elements for Analysis and Design". Ed. Academic Press.	Bibliografía	
PRZEMIENIECKI. "Theory of Matrix Structures Analysis". Ed. Dover, 1985.	Bibliografía	
R.D. COOK. "Finite Element Modelling for Stress-Analysis". Wiley, 1995.	Bibliografía	
R.D. COOK, D.S. MALKUS Y PLESHA. "Concepts and applications of Finite Element Analysis". Ed. Wiley, 2001.	Bibliografía	
J. C. TANNEHILL, D. A. ANDERSON Y R. H. PLETCHER. "Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer". Ed. Taylor & Francis.	Bibliografía	
J. D. ANDERSON JR. "Computational Fluid Dynamics". Ed. McGraw Hill.	Bibliografía	
R. J. LEVEQUE. "Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems". Ed. Cambridge Texts in Applied Mathematics.	Bibliografía	
P. MOIN. "Fundamentals of Numerical Analysis". Ed. Cambridge University Press.	Bibliografía	
<a href="http://www.cfd-online.com">www.cfd-online.com</a>	Recursos Web	
<a href="http://www.openfoam.com">www.openfoam.com</a>	Recursos Web	
openfoamwiki.net	Recursos Web	
<a href="http://www.paraview.org">www.paraview.org</a>	Recursos Web	
ADINA y Visual Nastran (software preinstalado).	Equipamiento	
OpenFoam & ParaView (software preinstalado).	Equipamiento	

## 10. OTRA INFORMACIÓN