



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería
Aeronáutica y del Espacio

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

145007106 - Mef y Cfd

PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	145007106 - Mef y Cfd
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
Centro responsable de la titulación	14 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio
Curso académico	2020-21

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Maria Benitez Baena	C114	josemaria.benitez@upm.es	L - 15:00 - 18:00 X - 15:00 - 18:00
Miguel Angel Sanz Gomez (Coordinador/a)	C114	miguelangel.sanz@upm.es	L - 15:00 - 18:00 X - 15:00 - 18:00
Jose Miguel Perez Perez	Fluidos	josemiguel.perez@upm.es	X - 15:00 - 21:00

Roque Corral Garcia	Fluidos	roque.corral@upm.es	X - 15:00 - 21:00
Francisco Javier Montans Leal	C113	fco.montans@upm.es	L - 15:00 - 18:00 X - 15:00 - 18:00

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Física II
- Resistencia De Materiales Y Elasticidad
- Matematicas II
- Informatica
- Mecanica De Solidos
- Matematicas I
- Mecanica De Fluidos
- Fisica I

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería Aeroespacial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

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

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

4.2. Resultados del aprendizaje

RA47 - Comprensión de los procedimientos básicos de la dinámica de fluidos computacional.

RA37 - Comprensión del método de los elementos finitos.

RA38 - 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. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

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: elementos estructurales en la matriz.

Tema 3. ELEMENTOS UNIDIMENSIONALES: IDEAS DETRÁS DEL M.E.F.

3.1. Aplicación para distintas ecuaciones diferenciales. 3.2. Formulaciones de uso común. 3.3 Elementos unidimensionales barra y viga (Bernoulli y Timoshenko).

Tema 4. ELEMENTOS DEL MEDIO CONTINUO: ELEMENTOS SÓLIDOS

4.1. Elementos Sólidos y Formulación Isoparamétrica 2D/3D. 4.3. Elementos: lagrangianos y serendípitos.

Tema 5. ELEMENTOS ESTRUCTURALES PLANOS: PLACAS y MEMBRANAS

5.1. Problemas de placas, láminas y membranas.

Tema 6. PRACTICAS COMPUTACIONALES

6.1. Problemas computacionales resueltos con herramientas comerciales de cálculo por elementos finitos (Nastran, Adina o Hypermesh).

BLOQUE 2

Tema 7. INTRODUCCIÓN AL C.F.D.

7.1. Breve historia de CFD. 7.2. Campos de aplicación: éxitos y limitaciones. 7.3. Perspectivas futuras.

Tema 8. TRABAJANDO CON EL ORDENADOR.

8.1. Representación aritmética: precisión sencilla y doble. 8.2. Arquitectura del ordenador: Procesador, memoria compartida y distribuida, disco duro, redes. 8.3. Introducción a lenguajes de programación.

Tema 9. ECUACIONES DE LA MECÁNICA DE FLUIDOS.

9.1. Revisión matemática: Introducción a Ecuaciones en Derivadas Parciales. Clasificación de EDPs: Hiperbólicas, Parabólicas, Elípticas. 9.2. Las ecuaciones de Navier-Stokes compresibles en coordenadas cartesianas; en coordenadas curvilíneas ortogonales. 9.3. Casos límite de las ecuaciones generales: Flujo incompresible, flujo potencial, capa límite. 9.4. Flujo laminar y turbulento, Modelización de la Turbulencia.

Tema 10. DISCRETIZACIÓN TEMPORAL.

10.1 Esquemas explícitos, implícitos y multipaso. 10.2 Estabilidad de esquemas de discretización.

Tema 11. DISCRETIZACIÓN ESPACIAL.

11.1. Mallas regulares, no-estructuradas, híbridas. 11.2. Mallas regulares: transformación de coordenadas. 11.3. Esquemas de diferencias finitas, volúmenes finitos y elementos finitos. 11.4. Método de paneles.

Tema 12. APLICACIONES.

12.1. Ecuaciones hiperbólicas, parabólicas y elípticas. 12.2. La ecuación de Burgers viscosa.

Tema 13. INTRODUCCIÓN A OPENFOAM.

13.1. Herramientas de mallado. 13.2. Solvers incompresibles y compresibles. 13.3. Visualización y utilidades de postproceso. 13.4. Ejemplos de flujo incompresible y compresible.

5.2. Temario de la asignatura

1. INTRODUCCIÓN
2. RELACIONES ENTRE EL CÁLCULO MATRICIAL Y EL M.E.F.
3. IDEAS DETRÁS DEL M.E.F. (Elementos Unidimensionales: barra y viga)
4. ELEMENTOS DEL MEDIO CONTINUO (Elementos Sólidos)
5. ELEMENTOS ESTRUCTURALES PLANOS (Elementos Placa)
6. PRACTICAS COMPUTACIONALES M.E.F.
7. INTRODUCCIÓN AL D.F.C.
8. TRABAJANDO CON EL ORDENADOR
9. ECUACIONES DE LA MECÁNICA DE FLUIDOS
10. DISCRETIZACIÓN TEMPORAL
11. DISCRETIZACIÓN ESPACIAL
12. APLICACIONES
13. INTRODUCCIÓN A OPENFOAM

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1			Tema 1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2. Introducción a la computación en cálculo de estructuras. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Prácticas Computacionales del Tema 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Entrega de Tema 2 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
2			Tema 3 . Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Prácticas computacionales del tema 3. Aula de Informática Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Entrega de Tema 3 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
3			Tema 3. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Prácticas computacionales del tema 3. Aula de Informática Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Entrega de Tema 3 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
4			Tema 3. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Prácticas computacionales del tema 3. Aula de Informática Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Entrega de Tema 3 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
5			Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Prácticas computacionales del tema 4. Aula de Informática Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Entrega de Tema 4 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 02:00

6			<p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Prácticas computacionales del tema 5. Aula de Informática Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Entrega de Tema 5 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
7			<p>Tema 6. Prácticas computacionales. Aula de Informática Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Entregas 1 y 2 de tema 6. ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p>
8			<p>Tema 7. DFC Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Exámen parcial/final del bloque MEF ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
9			<p>Tema 8 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
10			<p>Tema 9 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
11			<p>Tema 10 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
12			<p>Tema 11 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
13			<p>Tema 12 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
14			<p>Tema 13 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
15				<p>Examen parcial/final bloque DFC ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
16				
17				<p>Evaluación en convocatoria ordinaria del bloque de MEF y del bloque de DFC Esta prueba puede ser presencial si las condiciones sanitarias lo permitieran. ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 04:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Entrega de Tema 2	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	3%	5 / 10	CG9
2	Entrega de Tema 3	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	3%	5 / 10	CG9
3	Entrega de Tema 3	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	3%	5 / 10	CG9
4	Entrega de Tema 3	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	3%	5 / 10	CG9
5	Entrega de Tema 4	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	3%	5 / 10	CG9
6	Entrega de Tema 5	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	3%	5 / 10	CG9
7	Entregas 1 y 2 de tema 6.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	04:00	7%	5 / 10	CG9 CG3
8	Exámen parcial/final del bloque MEF	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	25%	3 / 10	CG9 CG3 CE22 CE24 CE27 CG6 CG4

15	Examen parcial/final bloque DFC	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CG9 CG3 CE22 CE24 CE27 CG6 CG4
----	---------------------------------	--	------------	-------	-----	--------	--

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación en convocatoria ordinaria del bloque de MEF y del bloque de DFC Esta prueba puede ser presencial si las condiciones sanitarias lo permitieran.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG9 CG3 CE22 CE24 CE27 CG6 CG4

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Evaluación en convocatoria extraordinaria del bloque de MEF y del bloque de DFC. Esta prueba puede ser presencial si las condiciones sanitarias lo permitieran.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG9 CG3 CE22 CE24 CE27 CG6 CG4

7.2. Criterios de evaluación

Evaluación MEF (Temas 1-6)

EVALUACION CONTINUA:

- Resolución de ejercicios mediante lenguajes de programación o software interactivo: 50% de la nota de la evaluación continua. Para poder hacer media con el examen ordinario es necesario obtener una nota igual o superior a 5. Estos ejercicios no se tendrán en cuenta para la convocatoria extraordinaria. Con la entrega de un solo ejercicio se asume que el alumno elige esta modalidad de evaluación.
- Pruebas de evaluación intermedia (50% de la evaluación continua). Durante el curso se realizarán pruebas parciales no eliminatorias en horario de clase. El objetivo es promover la motivación, la atención y la participación del alumno en clase. En cada prueba intermedia la nota no puede de ser inferior a 3 puntos sobre 10 para ser válida en la evaluación continua. Al final del cuatrimestre se realizará una prueba de evaluación intermedia-final de toda la materia (no es el examen ordinario).
- Examen ordinario: 50% de la nota de la evaluación continua. Para poder hacer media con los ejercicios es necesario obtener una nota igual o superior a 3. En caso contrario, el alumno obtendrá un suspenso en la convocatoria ordinaria.

SIN EVALUACIÓN CONTINUA:

Convocatoria de examen ordinaria: su calificación es el 100% de la nota. En esta modalidad, NO se consideran los trabajos que hubiese realizado el alumno.

Convocatoria de examen extraordinaria: su calificación es el 100% de la nota. En esta modalidad, NO se consideran los trabajos que hubiese realizado el alumno.

Evaluación DFC (Temas 7-12) : Sin EVALUACIÓN CONTINUA

- Examen presencial: obtener una nota mayor o igual a 5.0 en el examen de cualquiera de las convocatorias (aprobado)

Evaluación final de la asignatura

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

- Parte de MEF (50% de la nota final de la asignatura)
- Parte de DFC (50% de la nota final de la asignatura)

Para obtener el aprobado es necesario aprobar ambas partes por separado, y obtener una nota mínima de 5.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	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	
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	
PRZEMIENIECKI. Theory of Matrix Structures Analysis. Ed. Dover, 1985.	Bibliografía	
R.D. COOK. Finite Element Modelling for Stress-Analysis. Wiley, 1995.	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	
ADINA, Hypermesh, y Patran-Nastran SE (software preinstalado).	Equipamiento	Aula de informática
Matlab Online	Recursos web	Cloud computing de Mathworks para autoevaluación online en Matlab
Grader Mathworks	Recursos web	Cloud computing de Mathworks para autoevaluación online en Matlab
Teams	Recursos web	Trabajo colaborativo de Microsoft
Moodle	Recursos web	Plataforma de telenseñanza

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La docencia de la asignatura en el curso 2020/21 está programada toda para ser telemática/online, ya que la circunstancia de alarma sanitaria por el covid-19 obliga a plantear la docencia de todo el curso en este formato. El examen final está programado en formato presencial/telemático, el planteamiento de toda la asignatura permite que el cambio de formato de este examen sea inmediato y fácil siguiendo los criterios aplicados en el resto de la asignatura.