



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

2021/22 - 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.....	10
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

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	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Francisco Javier Montans Leal	C113	fco.montans@upm.es	L - 15:00 - 18:00 X - 15:00 - 18:00
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
Luis Saucedo Mora	C114	luis.saucedo@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

- Fisica li
- Resistencia De Materiales Y Elasticidad
- Matematicas li
- 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 (MEF)

Tema 1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Introducción a la mecánica computacional en medios continuos.

Tema 2. 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. IDEAS DETRÁS DEL M.E.F.: ELEMENTOS UNIDIMENSIONALES

3.1. Aplicación a ecuaciones diferenciales. 3.2. Formulación MEF de uso común. 3.3 Elementos unidimensionales barra y viga (Bernoulli y Timoshenko). 3.4. Consideraciones adicionales del MEF: aplicación de las condiciones de contorno (condensación, penalización y multiplicadores de Lagrange), MPCs (multi-point constraints)

Tema 4. ELEMENTOS DEL MEDIO CONTINUO: ELEMENTOS SÓLIDOS

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

Tema 5. ELEMENTOS ESTRUCTURALES PLANOS: PLACAS y MEMBRANAS

5.1. Problemas de placas, láminas y membranas.

Tema 6. PRACTICAS COMPUTACIONALES en MEF

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

BLOQUE 2 (MFC)

Tema 7. INTRODUCCIÓN y CONCEPTOS BASICOS de MFC

7.1. Mecánica Fluidos Computacional: Relevancia y evolución con el tiempo.

7.2. Ecuaciones de Euler y Navier-Stokes (1D)

7.3. Fundamentos de Transmisión de Ondas: Representación de Fourier.

Tema 8. FUNDAMENTOS DEL METODO DE LINEAS EN 1D

8.1 Discretización Espacial: Esquemas Centrados y Descentrados.

8.2 Discretización Temporal: Métodos Explícitos e Implícitos.

Tema 9. INTRODUCCION A LAS DISCRETIZACIONES TEMPORALES

9.1. Esquemas Explícitos.

9.2 Esquemas Implícitos

Tema 10. INTRODUCCION A LAS DISCRETIZACIONES ESPACIALES

10.1. Análisis en múltiples dimensiones de ecuaciones escalares

10.2 Discretización de las Ecuaciones de Euler 1D.

Tema 11. METODOS INDUSTRIALES

11.1 Métodos de Aceleración de la Convergencia.

11.2 Generación de Mallas.

11.3 Método de los Volúmenes Finitos

5.2. Temario de la asignatura

1. INTRODUCCIÓN AL MEF
2. 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 2D y 3D)
5. ELEMENTOS ESTRUCTURALES PLANOS (Elementos Placa)
6. PRACTICAS COMPUTACIONALES M.E.F.
7. INTRODUCCIÓN AL M.F.C.
8. FUNDAMENTOS DEL METODO DE LINEAS EN 1D
9. INTRODUCCION A LAS DISCRETIZACIONES TEMPORALES
10. INTRODUCCION A LAS DISCRETIZACIONES ESPACIALES
11. METODOS INDUSTRIALES. APLICACIONES

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 1 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 2 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 3 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 en el aula de Informática Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Entregas 1,2 y 3 de tema 6. ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 06:00</p>
8			<p>Tema 7. DFC Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Exámen parcial/final del bloque MEF. Esta prueba puede ser presencial si las condiciones sanitarias lo permitieran. 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. Esta prueba puede ser presencial si las condiciones sanitarias lo permitieran. 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	2%	5 / 10	CG9
2	Entrega 1 de Tema 3	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	2%	5 / 10	CG9
3	Entrega 2 de Tema 3	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	2%	5 / 10	CG9
4	Entrega 3 de Tema 3	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	2%	5 / 10	CG9
5	Entrega de Tema 4	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	2%	5 / 10	CG9
6	Entrega de Tema 5	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	2%	5 / 10	CG9
7	Entregas 1,2 y 3 de tema 6.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	06:00	8%	5 / 10	CG9 CG3
8	Exámen parcial/final del bloque MEF. Esta prueba puede ser presencial si las condiciones sanitarias lo permitieran.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	30%	3 / 10	CG9 CG3 CE22 CE24 CE27 CG6 CG4

15	Examen parcial/final bloque DFC. Esta prueba puede ser presencial si las condiciones sanitarias lo permitieran.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CE22 CE24 CG9 CG3 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:

- Para poder optar a una evaluación continua, el alumno debe solicitar esta opción durante la primera semana de clase. Para ello, tendrá que firmar un documento tipo, facilitado por los profesores, y entregarlo a través de Moodle. Pasada la primera semana de clase no se admitirá ninguna solicitud de evaluación continua, asumiendo que todo aquel que no la haya entregado se evaluará únicamente mediante un examen, ordinario o extraordinario, con independencia de si entrega alguna práctica o no.
- Resolución de ejercicios mediante lenguajes de programación o software interactivo: 40% de la nota de la evaluación continua. Para poder hacer media con el examen ordinario es necesario haber entregado todos y cada uno de los ejercicios y obtener una nota igual o superior a 5 en cada uno de ellos. Si un solo ejercicio no se entrega o tiene una nota inferior a 5, la nota correspondiente a esta parte será de cero puntos.
- En ningún caso se tendrán en cuenta estos ejercicios para los alumnos que no hayan solicitado la evaluación continua durante la primera semana de clase. Estos ejercicios tampoco se tendrán en cuenta para la convocatoria extraordinaria, tanto si se ha solicitado evaluación continua como si no.
- Examen ordinario: 60% de la nota de la evaluación continua. Para poder hacer media con los ejercicios es necesario obtener una nota igual o superior a 3.5. En caso contrario, el alumno obtendrá un suspenso en la convocatoria ordinaria.

SIN EVALUACIÓN CONTINUA:

- Examen ordinario: su calificación es el 100% de la nota. En esta modalidad NO se consideran los trabajos que hubiese realizado el alumno.
- Examen extraordinario: su calificación es el 100% de la nota. En esta modalidad NO se consideran los trabajos que hubiese realizado el alumno.

Evaluación DFC (Temas 7-11) : 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	
Matlab, Adina, HyperWorks 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 2021/22 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, el planteamiento de toda la asignatura permite que el cambio de a formato online de este examen sea inmediato y fácil siguiendo los criterios aplicados en el resto de la asignatura.