20-21

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



MÉTODOS NUMÉRICOS EN MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS Y ESTRUCTURAS

CÓDIGO 28801369

UNED

20-21

MÉTODOS NUMÉRICOS EN MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS Y ESTRUCTURAS

CÓDIGO 28801369

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

EQUIPO DOCENTE

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

CONTENIDOS

METODOLOGÍA

SISTEMA DE EVALUACIÓN

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Nombre de la asignatura	MÉTODOS NUMÉRICOS EN MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS Y ESTRUCTURAS
Código	28801369
Curso académico	2020/2021
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Tipo	TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
Nº ETCS	15
Horas	375.0
Periodo	ANUAL
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La línea de investigación en la que aquí se encuadra el Trabajo Fin de Máster es la de *Métodos numéricos en mecánica de medios continuos y estructuras.* Esta línea abarca un amplio campo científico tecnológico, pero el punto de vista desde el que aquí se afrontan estos problemas, se centra en el del desarrollo de técnicas numéricas de búsqueda de soluciones aproximadas. Por tanto, es necesario un conocimiento profundo del problema de mecánica de medios continuos específico, así como de los diferentes métodos numéricos con los que abordar su resolución aproximada, de manera que el caso concreto se aborde de forma eficaz. En esta línea de investigación se propone trabajar con diferentes métodos: Método de los Elementos Finitos (MEF), Método de los Elementos de Contorno (MEC) y dentro de los Métodos sin Malla (MM) el de Galerkin sin elementos (EFGM), de contorno nodal (BNM) y el de Diferencias Finitas Generalizadas (GFDM).

Además del MEF, sobradamente conocido, se podría tratar de transformar las ecuaciones diferenciales que definen el problema en un conjunto de ecuaciones integrales como primer paso para su solución (antes de cualquier proceso de discretización o introducir cualquier aproximación). Este conjunto de ecuaciones incluirá los valores de las variables en los extremos del rango de integración, es decir en los contornos del dominio de integración, y la posterior discretización deberá realizarse únicamente en el contorno. Esta será una de las mayores ventajas del MEC frente a los métodos que precisan discretizar el dominio.

Hay muchos problemas de mecánica (extrusión, fundición, propagación de grietas, etc) que no se resuelven sin grandes dificultades con los métodos numéricos más convencionales tales como elementos finitos, volúmenes finitos o diferencias finitas, y una de las razones está, en la característica de dichos métodos de dependencia de una malla o exigencia de regularidad en la disposición de nodos. La modificación en la geometría o en las discontinuidades, obliga a remallar en cada paso de la evolución del problema, de forma que al hacerlo, además, se respeten las irregularidades y características propias del proceso. Todo esto introduce numerosas dificultades, como es por ejemplo la relación entre mallados sucesivos, que afectan a la precisión, tiempo de ejecución, complejidad de los propios programas, etc.

A la vista del panorama expuesto, uno de los objetivos fundamentales de los denominados métodos sin malla, es eliminar en parte las dificultades apuntadas realizando una aproximación en términos nodales únicamente. Por otra parte, las funciones de

aproximación, y concretamente aquellas que constituyen una partición de la unidad, tienen muchas propiedades comunes con las funciones de forma utilizadas en el MEF, pero tienen frente a ellas una ventaja muy interesante y es que pueden ser tan suaves como se desee (incluso C¥), lo que permite soluciones con derivadas continuas. Esto únicamente obligará a utilizar alguna técnica especial para definir el soporte de las funciones de ponderación en la proximidad de las discontinuidades.

En esta línea se trabajará dentro de varios Proyectos de Investigación subvencionados, junto con profesores de las Universidades de Castilla-La Mancha y Politéctica de Madrid.

La *Línea de Investigación* y el *Trabajo Fin de Máster* constituyen la actividad esencial de todo Máster de Investigación, en general, y del *Máster en Investigación en Tecnologías Industriales*, en particular. Además de consolidar conocimientos comunes y destrezas en técnicas de investigación en el campo de las Tecnologías Industriales, por su propia esencia la investigación debe ser desempeñada en un campo concreto del saber. Por ello el Máster comprende un doble nivel de despliegue explícito de contenidos que admite un tercer nivel interno –tal como sucede en este caso- dentro de cada *línea de investigación*. A continuación se desarrolla lo anterior en relación a la *Línea de Investigación* y el *Trabajo Fin de Máster* aquí considerados:

Primer nivel: Los itinerarios.- En el Máster se han previsto 5 itinerarios curriculares; el itinerario en que se encuentra incluida la línea de investigación considerada es:

Ingeniería de Construcción y Fabricación

Segundo nivel: Las líneas de investigación.- El Máster comprende 24 líneas de investigación. Por su parte el itinerario de Ingeniería de Construcción y Fabricación tiene las tres siguientes:

L09 Ingeniería de los procesos de fabricación

L10 Métodos numéricos en mecánica de medios continuos y estructuras

L11 Métodos numéricos en ingeniería sísmica

Tercer nivel: Los campos concretos de investigación.- Se han considerado –con carácter no excluyente- los siguientes campos concretos de investigación:

- Aplicación del MEF a la resolución de problemas de Mecánica de medios continuos y estructuras (MMC y E) .
- Aplicación del MEC a la resolución de problemas de MMC y E.
- Aplicación del EFGM a la resolución de problemas de MMC y E.
- Aplicación del GFDM a la resolución de problemas de MMC y E.
- Aplicación del BNM a la resolución de problemas de MMC y E.

Con la realización del Trabajo Fin de Máster en –preferentemente- uno de los campos concretos de investigación se debe producir la integración del conocimiento y de las destrezas investigadoras, así como el desarrollo de la capacidad crítica en la *Tecnologías Industriales*, en general, y en la *utilización de Métodos numéricos en mecánica de medios continuos y estructuras*, en particular.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para acceder a la realización del Trabajo Fin de Máster en la línea de investigación sobre *Métodos numéricos en mecánica de medios continuos y estructuras*, el estudiante ha de seleccionar las asignaturas a cursar de acuerdo a las siguientes directrices:

MODULO I: CONTENIDOS TRANSVERSALES (18 créditos ECTS)
Asignaturas obligatorias:
P001 Metodología de la investigación tecnológica (4,5 ECTS)
P015 Métodos de análisis no lineal en ingeniería (4,5 ECTS)
P023 Ingeniería ambiental avanzada (4,5 ECTS)
P025 Métodos computacionales en ingeniería (4,5 ECTS)

MODULO II: CONTENIDOS ESPECÍFICOS OBLIGATORIOS DE ITINERARIO (13,5 cr. ECTS) **Itinerario en Ingeniería de Construcción y Fabricación**
Asignaturas obligatorias para el Itinerario:
P002 Ingeniería de la calidad (4,5 ECTS)
P003 Análisis actual de problemas de mecánica de medios continuos: método de los elementos finitos, método de los elementos de contorno y métodos sin malla (4,5 ECTS)
P004 Análisis de procesos de deformación plástica de los materiales metálicos (4,5 ECTS)

MODULO III: CONTENIDOS ESPECÍFICOS OPTATIVOS DE ITINERARIO (13,5 ECTS)
Itinerario en Ingeniería de Construcción y Fabricación
Asignatura obligatoria para la Línea de Investigación *L10 Métodos numéricos en mecánica de medios continuos y estructuras*:
P013 Optimización no lineal(4,5 ECTS)
Asignaturas optativas para la Línea de Investigación *L10 Métodos numéricos en mecánica de medos continuos y estructuras* (a elegir 2 de entre las 9 ofertadas):
P009 Aplicaciones industriales de las comunicaciones y sistemas ópticos (4,5 ECTS)
P014 Programación multiobjetivo (4,5 ECTS)
P016 Optimización convexa en ingeniería (4,5 ECTS)
P017 Análisis avanzado de vibraciones en máquinas (4,5 ECTS)
P018 Biodinámica y biomateriales (4,5 ECTS)
P019 Diseño avanzado de transmisiones por engranajes (4,5 ECTS)
P020 Simulación numérica de flujos de fluidos en ingeniería (4,5 ECTS)
P023 Bioindicadores de contaminación ambiental (4,5 ECTS)
P024 Tecnologías de materiales polímeros: Procesado, reciclado e incidencia ambiental (4,5ECTS).

También resulta necesario tener conocimientos de inglés técnico.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	JUAN J. BENITO MUÑOZ (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	jbenito@ind.uned.es
Teléfono	91398-6457
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN

Nombre y Apellidos	EDUARDO SALETE CASINO
Correo Electrónico	esalete@ind.uned.es
Teléfono	91398-9474
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN

Nombre y Apellidos	CLAUDIO BERNAL GUERRERO
Correo Electrónico	cbernal@ind.uned.es
Teléfono	91398-8668
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Horario de atención al estudiante:
Lunes de 16:30h a 20:30h. Juan del Rosal,14, 28040, Madrid, Despacho 4 (Edificio de CC de la Educación).
Tels.: 91 398 6457
Email: jbenito@ind.uned.es
Aula virtual.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Competencias Básicas:
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales:

CG01 - Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica
CG02 - Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación
CG03 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental
CG04 - Desarrollar capacidad de razonamiento crítico
CG05 - Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.
CG06 - Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos; habilidades en investigación; y creatividad

Competencias Específicas:

CE3 - Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los sistemas industriales
CE4 - Planificar las actividades de investigación
CE5 - Adquirir destrezas en la aplicación de técnicas de simulación computacional

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

En esta línea de investigación se pretende, fundamentalmente, que el alumno adquiera destrezas en las actividades de investigación científico-técnica en el campo genérico de las *Tecnologías Industriales* y en el desarrollo y aplicación de Métodos Numéricos a problemas de mecánica de medios continuos y estructurales, en particular; así como que elabore y defienda un trabajo de investigación (Trabajo Fin de Máster) y adquiera una preparación adecuada para poder abordar la inmediata realización de la Tesis Doctoral. Como objetivos complementarios se tienen los siguientes:

- Desarrollar los conocimientos, destrezas y técnicas aprendidas a lo largo del Máster.
- Aumentar su conocimiento en los Métodos numéricos más utilizados en mecánica de medios continuos y cálculo de estructuras
- Profundizar en el conocimiento de alguno de los métodos citados.
- Realización de una memoria escrita sobre las actividades de investigación realizadas.
- Exponer oralmente y defender el trabajo de investigación desarrollado.
- Realizar una búsqueda bibliográfica eficiente en un tema de investigación concreto, desplegar la información obtenida y valorar críticamente dicha información.
- Alcanzar una preparación en técnicas de investigación adecuada para la realización de la ulterior Tesis Doctoral.

CONTENIDOS

Trabajo Fin de Máster

METODOLOGÍA

El plan de trabajo incluye básicamente dos etapas que serán objeto de evaluación independiente.

Etapa de aprendizaje.- Abarca los tres primeros puntos del apartado de Contenidos, esto es:

1.- Definición y motivación de la actividad de investigación objeto del Trabajo Fin de Máster.

2.- Definición y justificación de la metodología de resolución del problema seleccionada.

3.- Búsqueda bibliográfica y selección de contenidos.

Se estiman: 40 horas de relación profesor-estudiante, 90 horas de trabajo autónomo y 5 de evaluación. Total 135 h.

Etapa de ejecución.- Comprende los restantes seis puntos de los Contenidos:

4.- Diseño del desarrollo computacional, analítico o metodológico del trabajo específico.

5.- Obtención, validación y discusión de los resultados obtenidos.

6.- Elaboración de la memoria del trabajo de investigación.

7.- Definición de las conclusiones, aportaciones y desarrollos futuros.

8.- Preparación de la presentación pública del trabajo de investigación.

9.- Presentación y defensa del trabajo de investigación.

Se estiman: 50 horas de relación profesor-estudiante, 180 horas de trabajo autónomo y 10 de evaluación (3 horas correspondientes a la defensa y presentación del Trabajo Fin de Máster). Total 240 h.

TOTAL: 375h

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	
Niguno	
Criterios de evaluación	
Los establecidos por el tribunal	
% del examen sobre la nota final	
Nota del examen para aprobar sin PEC	
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	

Nota mínima en el examen para sumar la PEC

Comentarios y observaciones

TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen2 No hay prueba presencial

Preguntas desarrollo

Duración del examen (minutos)

Material permitido en el examen

Criterios de evaluación

% del examen sobre la nota final

Nota del examen para aprobar sin PEC

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

Nota mínima en el examen para sumar la PEC

Comentarios y observaciones

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad Si

Descripción

Exposicion y defensa del Trabajo Fin de Máster

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La establece el tribunal.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

La bibliografía básica está constituida por documentación específica para el trabajo concreto de investigación de cada estudiante, recomendada por el profesor de dicho trabajo.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Se puede considerar como bibliografía complementaria de partida, el conjunto de referencias bibliográficas contenidas en las Guías de las siguientes asignaturas del Máster:

P001 Metodología de la investigación tecnológica
P002 Ingeniería de la calidad
P003 Análisis actual de problemas de mecánica de medios continuos: método de los elementos finitos, método de los elementos de contorno y métodos sin malla
P004 Análisis de procesos de deformación plástica de los materiales metálicos
P013 Optimización no lineal
P015 Métodos de análisis no lineal en ingeniería
P025 Métodos computacionales en ingeniería

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Es necesario que los estudiantes dispongan –o al menos tengan posibilidad de acceso regular- de un ordenador personal con capacidad de conexión a internet. En el caso de tener que instalar aplicaciones específicas de comunicación por red, se darán al estudiante instrucciones adecuadas, así como direcciones de acceso a software libre disponible. Se dispone de programas realizados por el equipo docente del MEF,MEC, EFGM, GFDM, así como de compiladores.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el

sexo del titular que los desempeñe.