



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

**APRUEBA CURSO DE POSGRADO DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA, MENCIÓN
PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES**

Buenos Aires, 26 de abril de 2023

VISTO la Resolución N° 2980/23 del Decano, ad-referéndum del Consejo Directivo de la Facultad Regional Buenos Aires, a través de la cual solicita la aprobación y autorización de implementación del Curso de Posgrado “Modelización por elementos finitos de problemas de mecánica de sólidos y de fluidos” para el Doctorado en Ingeniería, mención Procesamiento de Señales e Imágenes, y

CONSIDERANDO:

Que el Consejo Superior autorizó por Resolución N° 1200/10 el dictado de la carrera de Doctorado en Ingeniería, mención Procesamiento de Señales e Imágenes en la Facultad Regional Buenos Aires.

Que por Ordenanza N° 1440 el Consejo Superior aprobó el currículum del Curso de Posgrado “Modelización por elementos finitos”, entre otros.

Que la Facultad Regional Buenos Aires plantea la necesidad de actualizar el nombre y los contenidos del citado curso, contando para ello con un plantel de docentes de elevado nivel académico y profesional, además de una prolongada y amplia experiencia en el dictado de cursos y seminarios vinculados al propuesto.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el currículum del Curso de Posgrado “Modelización por elementos finitos de problemas de mecánica de sólidos y de fluidos” para el Doctorado en Ingeniería, mención Procesamiento de Señales e Imágenes, que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Autorizar el dictado del mencionado curso en la Facultad Regional Buenos Aires y avalar la propuesta del Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza, en el marco de lo establecido por la Ordenanza N° 1924 y la Resolución N° 1200/10.

ARTÍCULO 3°.- Establecer que la propuesta mencionada en el Artículo precedente quedará supeditada al cronograma de dictado de las correspondientes actividades académicas de la Facultad Regional.

ARTÍCULO 4°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1954

UTN
p.f.d.
l.p.
m.m.m.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

ORDENANZA N° 1954

ANEXO I

CURSO DE POSGRADO

“MODELIZACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS DE PROBLEMAS DE MECÁNICA DE SÓLIDOS Y DE FLUIDOS”

1. FUNDAMENTACIÓN

El Método de los Elementos Finitos es una herramienta de cálculo que se aplica de forma habitual en el ciclo de diseño y producción de numerosos campos de la ingeniería: civil, mecánica, biomédica, aeroespacial, etc. Con él se realiza la simulación computacional de problemas estructurales en régimen estático y dinámico, optimización, transferencia de calor, dinámica de fluidos, electromagnetismo, etc. siendo posible acoplar diversos problemas de este tipo en el ámbito de los denominados métodos multifísica. Dicho método, a diferencia del enfoque clásico, considera la estructura bajo análisis como un ensamble discreto de partículas, denominadas “elementos” cuya cantidad es limitada (finita). Como consecuencia de ello resulta factible representar el dominio continuo de problema a partir de la resolución de sistemas de ecuaciones, por lo general, linealizadas, las cuales se obtienen en virtud de la malla definida por los elementos utilizados. Si bien los resultados obtenidos al efectuar el análisis no son usualmente exactos, un modelo consistente puede proporcionar una solución sumamente aceptable. En los últimos años, el incremento de la potencia de cálculo computacional ha permitido el desarrollo de programas comerciales sumamente eficientes en términos de modelado y la simulación de diversos tipos de procesos, considerados prácticamente imposibles de resolver por métodos matemáticos tradicionales.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

2. JUSTIFICACIÓN

Habida cuenta de la complejidad existente en diversos problemas de la ingeniería actual es conveniente, si no necesario, que los profesionales que desarrollan modelos de elementos finitos conozcan los aspectos fundamentales del método y no se limiten a utilizar códigos comerciales a modo de “caja negra”. Con este fin se plantea un curso sobre el Método de los Elementos Finitos en problemas de mecánica de sólidos y de fluidos, dirigido a ingenieros y estudiantes de posgrado y doctorado que deseen adquirir una formación sólida y profunda en este campo.

El curso se estructura en dos módulos. El primer módulo está orientado a la adquisición de una formación básica en el método de los elementos finitos, con orientación generalista, es decir, abierto a cualquier disciplina ingenieril, y sin que se requiera por tanto una especialización excesiva. Este módulo se dedica a la modelización de problemas lineales y en él se pretende asentar de forma sólida las bases conceptuales de tipo matemático del método, aunque no se emplee un lenguaje excesivamente formal. En este módulo se abordan problemas de elasticidad lineal en dos y tres dimensiones, modelos de transmisión de calor, modelos estructurales de vigas, dinámica lineal de sólidos y aspectos básicos de la tecnología de elementos.

En el segundo módulo se plantea el adquirir una formación avanzada para aplicaciones no lineales en mecánica de estructuras y sólidos. Esto se realiza buscando una doble vertiente en el curso. Por una parte, se pretende una descripción avanzada y rigurosa de los modelos matemáticos e hipótesis que fundamentan los métodos no lineales de elementos finitos, y por otra se realizan aplicaciones prácticas mediante el uso algoritmos computacionales de elementos finitos. La parte no lineal del método se trata de un área de investigación activa dentro del campo de la mecánica computacional (nuevos modelos de materiales, problemas no lineales, dinámica no lineal, láminas, discontinuidades, biomecánica, etc.). En este módulo se presta especial atención al desarrollo conceptual de la problemática no lineal, cubriendo tanto



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

los aspectos geométricos (cinemática de grandes deformaciones, grandes desplazamientos y rotaciones, contactos), como la respuesta no lineal de los materiales (hiperelásticos, elastoplásticos, modelos reales de materiales ingenieriles).

Las aplicaciones y la resolución de casos prácticos a partir de algoritmos computacionales son una componente esencial de los dos módulos del curso. Se realizan aplicaciones prácticas de todos los temas del curso utilizando MATLAB y una versión avanzada del programa de elementos finitos FEAP, desarrollado en la Universidad de Berkeley por el profesor R. L. Taylor.

3. OBJETIVOS

- Adquirir una formación básica en el método de los elementos finitos
- Aplicar métodos de elementos finitos en un amplio espectro de campos de la ingeniería civil, mecánica y biomédica, abarcando tanto modelos mecánicos como modelos de potencial aplicables a flujo en medios porosos, transmisión de calor o electrostática, dinámica de fluidos, a partir de cálculos en régimen estacionario y/o transitorio
- Introducir los elementos básicos para el desarrollo de algoritmos computacionales orientados a la solución de problemas lineales
- Desarrollar aptitudes para modelar problemas de mecánica de sólidos y de fluidos

4. CONTENIDOS MÍNIMOS

Problemas Unidimensionales. Problema Modelo: Ecuación lineal de 2do orden con condiciones en ambos extremos. Descripción de una ecuación diferencial sencilla. Formulación variacional del problema. El método de residuos ponderados. Aproximación de Galerkin. Funciones de aproximación y de ponderación. Condiciones de contorno. Aproximación por elementos finitos. Funciones de base definidas localmente. Integración numérica.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Problemas Bidimensionales: Problemas bidimensionales con valores en el contorno. Ecuación de Poisson. Formulación variacional del problema con valores en el contorno. Discretización por elementos finitos. Elementos triangulares y cuadriláteros. Integración numérica.

Elementos para análisis de sólidos: Revisión de las ecuaciones de gobierno. Estados de tensión plana, deformación plana y axilsimetría. Diferentes ecuaciones constitutivas. El problema de la incompresibilidad. Elementos de continuo en 2 dimensiones.

Modelos de convección-difusión-reacción: Revisión de las ecuaciones de gobierno. Formulación de Galerkin: la inestabilidad del término convectivo. Primeros métodos Petrov-Galerkin: aproximación “upwind” y técnicas SU. Técnicas de estabilización: métodos SUPG, GLS y multiescala.

Cálculo dinámico: Problemas dependientes del tiempo: problemas parabólicos, hiperbólicos y de análisis modal. Semidiscretización aplicada a problemas con valores en el contorno. El método trapezoidal generalizado. El método de Newmark. El método HHT. Matriz de masa consistente. Matriz de masa diagonalizada. Cálculo de autovalores.

Dinámica de fluidos computacional: Problemas de interacción fluido-estructura. Ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Métodos de elementos finitos en régimen estacionario: solución del problema no lineal. Formulación ALE. Problemas en régimen transitorio. Planteamiento del problema de interacción. Métodos de solución: métodos particionados con acoplamiento débil y fuerte. Modelos simplificados 1D. Elementos de continuo en 3 dimensiones. Suavizado de variables para visualización. Estimación de errores.

5. DURACIÓN

El curso tendrá una duración de CUARENTA (40) horas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

6. METODOLOGÍA

El curso se orienta a la modelización de problemas lineales y en él se pretende asentar de forma sólida las bases conceptuales de tipo matemático del método, aunque no se emplee un lenguaje excesivamente formal. Esencialmente se abordan problemas de elasticidad lineal en dos y tres dimensiones, modelos de transmisión de calor, dinámica lineal de sólidos y aspectos básicos de la tecnología de elementos.

Para cada clase teórica se imparte una sesión práctica que trata sobre el contenido estudiado durante la misma. En estas sesiones se desarrollan y analizan modelos computacionales realistas de elementos finitos. Las prácticas temáticas están guiadas por el profesor, que va desarrollando computacionalmente los modelos de manera simultánea con los estudiantes. Estas actividades se llevarán a cabo con el software de elementos FEAP (<http://projects.ce.berkeley.edu/feap/>) facilitándose a los asistentes del curso una versión ejecutable de este código. No obstante, si algún estudiante está familiarizado con el uso de otro software también podrá utilizarlo durante el curso. Finalmente, y también dentro del contenido práctico del curso, se impartirá sesiones de taller en las que los estudiantes trabajan de manera autónoma siendo orientados ocasionalmente por el profesor. En los talleres los estudiantes desarrollan los modelos de elementos finitos correspondientes a su Trabajo Fin de Seminario (TFS). A cada estudiante se le asignará un TFS personalizado el segundo día de clase. Los modelos propuestos en el taller se resolverán con un código que se les facilitará a los estudiantes y que se ejecuta desde la plataforma MATLAB.

7. EVALUACIÓN Y APROBACIÓN

Los asistentes al curso entregarán un Trabajo Final de Seminario consistente en un modelo mediante elementos finitos cuyo alcance se debe establecer de común acuerdo con el docente. La calificación se realizará en base al proyecto realizado y a la exposición oral del mismo.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

ORDENANZA N° 1954

ANEXO II

CURSO DE POSGRADO

**“MODELIZACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS DE PROBLEMAS DE MECÁNICA DE
SÓLIDOS Y DE FLUIDOS”**

DOCTORADO EN INGENIERÍA, MENCIÓN PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES

FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

Docente

- Dr. Felipe GABALDÓN CASTILLO (Pasaporte 51.387.235-Z)
