

Nombre y código de la asignatura		Introducción a los Elementos Finitos - DEE364					
Área académica		Diseño Mecánico					
Semestre	Créditos	Requisitos	Horas presenciales (HP)			Horas de trabajo independiente	Total de horas
			Teóricas	Prácticas	HP Totales		
2, 3 o 4	4	Ninguno	3	0	3	9	12

Año de actualización de la asignatura: 2020

### 1. Breve descripción

El método de los elementos finitos (MEF) es un método importante en el modelado y simulación de sistemas de ingeniería avanzados en varios campos. En la construcción de sistemas avanzados de ingeniería, el MEF se utiliza como un proceso sofisticado de modelado, simulación, visualización, análisis, diseño y prototipado computacional. El método de elementos finitos fue primero usado en problemas de análisis de esfuerzos, y desde entonces ha sido aplicado en diferentes tipos de problemas como análisis térmico, análisis de flujo de fluidos, análisis piezoeléctricos y muchos otros. El MEF es un método numérico que busca una solución aproximada de la distribución en el campo variable en el problema de dominio que es difícil obtener analíticamente. Esto se obtiene dividiendo el problema de dominio en varios elementos de geometría simple, discretizando la función de campo por funciones válidas en el dominio de su correspondiente elemento. La comprensión del método y el uso de herramientas computacionales para la utilización de este permite ampliar el campo del conocimiento de la ingeniería en análisis más profundos de los sistemas mecánicos.

### 2. Objetivo general

Desarrollar las formulaciones necesarias, con sus características y limitaciones, de los elementos básicos para el modelado de estructuras, marcos y elementos con formas geométricas variables en 2D. También, proponer el desarrollo de modelos computacionales en el área de sólidos y fluidos, utilizando para ello programas comerciales.

### 3. Resultados de aprendizaje de asignatura

El estudiante:

1. Aplica los fundamentos básicos del método de elementos finitos para elaborar y modelar estructuras, marcos y elementos con formas variables en 2D.
2. Realiza prácticas virtuales de modelos computacionales para el análisis del comportamiento de sistemas mecánicos de sólidos o fluidos en 2D o 3D utilizando programas computacionales comerciales que utilicen el método de elementos finitos o volúmenes de control.
3. Elabora trabajos de diseño con memorias de cálculo en formato artículo, poniendo atención al contenido; estructura; procedimiento; resultados; redacción y flujo de ideas; presentación; ortografía; uso de variables, unidades, signos de puntuación, tablas, ecuaciones y figuras. Estos trabajos tienen en cuenta aspectos socioeconómicos, legales y de seguridad y salud.
4. Trabaja efectivamente de manera autónoma y en equipos, como líder o integrante del equipo, en los ambientes propios de su desempeño profesional.

### 4. Contenido

#### 1. INTRODUCCIÓN Y REPASO CONOCIMIENTOS MÍNIMOS <sup>[1-3]</sup> (~2 horas)

Repaso de Resistencia de Materiales. Esfuerzos normales y cortantes. Carga axial, cortante, momento flector, torque. Deformaciones. Ley de Hooke. Coeficiente de Poisson. Diferencias entre deformación plana y esfuerzo plano. Teorías de falla estática.

#### 2. INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE MATRIZ DE RIGIDEZ <sup>[1-5]</sup> (~6 horas)

Definición de la matriz de rigidez. Derivación de la matriz para un tipo resorte. Condiciones de frontera. Aproximación de la energía potencial para elementos tipo resorte. OPCIONAL: ejemplo transferencia de calor.

#### 3. DESARROLLO DE ECUACIONES PARA ARMADURAS <sup>[1-5]</sup> (~8 horas)

Transformación de vectores en dos dimensiones. Matriz de rigidez global para barras orientadas arbitrariamente en el plano. Cálculo de esfuerzos. Soportes inclinados. Método de la energía potencial. Método residual de Galerkin's.

#### **4. ECUACIONES DE RIGIDEZ PARA ESFUERZO PLANO Y DEFORMACIÓN PLANA <sup>[1-7]</sup> (~8 horas)**

Conceptos básicos de deformación y esfuerzo plano. Matriz de rigidez y ecuaciones para elementos triangulares y cuadrados. Fuerzas en el cuerpo y superficie. Introducción al análisis 3D.

#### **5. ANÁLISIS ESTÁTICO UTILIZANDO SOFTWARE COMPUTACIONAL 2D Y 3D (~6 horas)**

Selección del material. Sujeciones y conexiones. Cargas externas (fuerzas, presiones, momentos, etc.). Mallado, elementos de mallado, tamaño del elemento, puntos Jacobianos. Iteraciones, aproximaciones y reducciones. Factor de seguridad, fatiga.

#### **6. ANÁLISIS DINÁMICO TRANSITORIO Y EXPLÍCITO UTILIZANDO SOFTWARE COMPUTACIONAL 2D Y 3D (~6 horas)**

Análisis dinámico transitorio. Análisis dinámico explícito. Casos de aplicaciones de cada tipo de análisis dinámico.

#### **7. ANÁLISIS MODAL UTILIZANDO SOFTWARE COMPUTACIONAL 3D (~1.5 horas)**

Modos de frecuencia. Resonancia.

#### **8. ANÁLISIS DE FLUIDOS UTILIZANDO SOFTWARE COMPUTACIONAL 2D Y 3D. (~10.5 horas)**

Transferencia de calor en fluidos. Fluidos en diferentes fases. Resistencia aerodinámica. Acople entre sistemas de análisis.

*Los tiempos son aproximados.*

#### **5. Recursos y bibliografía**

##### **Recursos:**

Software especializado (ANSYS, Matlab, PYthon), aulas de clase, Laboratorio de Mecánica Computacional, salas de estudio, computadores, recursos audiovisuales, Internet, biblioteca, bases de datos.

##### **Bibliografía:**

1. Hunter Peter, Pullan Andrew; Notas de FEM; Departamento de Ciencia e Ingeniería. Universidad de Auckland, Nueva Zelanda, 2001.
2. Kattan, Peter I.; MATLAB Guide to Finite Elements, 2da Edición; Editorial Springer, 2008.
3. Hutton, David V.; Fundamentals of Finite Element Analysis; Editorial McGraw-Hill, 2004.
4. Logan, Daryl L.; A First Course in the Finite Element Method, 5ta Edición; Cengage Learning, 2012.
5. Kattan, Peter I.; Matlab Guide to Finite Elements, An Interactive Approach, 2da Edición; Springer, 2008.
6. Ferreira, A. J. M.; Matlab Codes for Finite Element Analysis, Solids and Structures; Springer 2009.
7. Liu G. R., Quek S. S.; The Finite Element Method: A practical Course; Butterworth-Heinemann 2003.

#### **6. Metodología**

- Clases magistrales, interactuando con el estudiante, haciéndolo partícipe de su proceso de formación.
- Solución de problemas enfocados a afianzar los conceptos y a desarrollar habilidades analíticas.
- Solución integral de problemas prácticos.
- Desarrollo dirigido de talleres o actividades de aprendizaje activo en forma individual o en grupo.
- Prácticas de laboratorio virtual (uso de software de simulación)
- Se usarán metodologías activas de aprendizaje y aprendizaje basado en problemas y proyectos.

#### **7. Evaluación**

Tomando en cuenta la libertad de cátedra, cada profesor definirá la evaluación al inicio del semestre. Sin embargo, como mínimo se requiere una memoria de cálculo con formato artículo científico.

*Nota: talleres, quices y participación en clase podrán ser tenidos en cuenta.*