

El cálculo en Ingeniería Mecánica con elementos finitos. Análisis de la asignatura.  
Santiago maíz

### 1. Objetivos de la asignatura

Como objetivos en términos de competencias, se pretende que al final del proceso de aprendizaje, el alumno cuente con las siguientes aptitudes:

- a. Conocimiento de las herramientas computacionales disponibles para la solución de sistemas físicos
- b. Capacidad para el uso inteligente de herramientas computacionales para la solución de problemas tecnológicos
- c. Capacidad de interpretación de los resultados determinados en el análisis computacional
- d. Capacidad de predecir el comportamiento de sólidos, sobre la base de los principios mecánicos de la estática y la dinámica.
- e. Concientización sobre las ventajas brindadas por las teorías físico-matemáticas en conjunto con las técnicas computacionales para el desarrollo de productos.
- f. Profundización e integración de los conocimientos confluyentes de varias asignaturas relacionadas con el análisis físico-matemático de los problemas técnicos. (Mecánica del sólido, Racional, Transmisión de calor, Estabilidad II, etc)

### 2. Contenido temático

Los contenidos de la asignatura serán dictados en el siguiente orden (divididos en unidades temáticas) de forma tal de facilitar el aprendizaje de los alumnos. De esta manera, existe una relación directa entre las unidades precedentes y los conceptos adquiridos son continuamente utilizados a medida que se avanza en los contenidos de la materia.

- Unidad 1  
Repaso de la teoría de la elasticidad. Desplazamientos. Tensiones. Principio de Cauchy. Formula de Cauchy. Propiedades Básicas. Ecuaciones de equilibrio. Deformaciones. Definición. Relaciones cinemáticas. Ecuaciones constitutivas. Formulación de Navier. Condiciones de borde e iniciales.
- Unidad 2  
Conceptos básicos. Formulación matemática de problemas de ingeniería: problemas de contorno y de valor inicial. Generalidades del método de elementos finitos. Capacidades de los enfoques computacionales basados en el método de los elementos finitos.
- Unidad 3  
Generalidades sobre el método de los elementos finitos: Posibilidades de modelización. Forma de pre-proceso y post proceso. Aplicaciones de estados planos de deformación y de tensión: Concentración de tensiones. Aplicación de estado axilsimétrico.
- Unidad 4

SM

Introducción teórica al método de elementos finitos. Discretización: elementos, nodos y conectividad. Funciones de forma. Matriz rigidez elemental. Vector fuerza elemental. Ecuaciones de los elementos finitos a nivel elemental. Ensamble. Condiciones de borde. Solución: determinación de las incógnitas nodales. Determinación de las incógnitas elementales. Estructura general de un programa de elementos finitos. Pre proceso, proceso y post proceso.

- Unidad 5

Formulación matemática de los elementos unidimensionales. Formulación constitutiva y cinemática de conjunto de elementos. Aplicación en software.

- Unidad 6

Formulación matemática de problemas bidimensionales. Elasticidad bidimensional, formulación de elementos finitos 2D. Uso de herramientas CAD. Selección de diferentes tipos de elementos, materiales, análisis, técnicas de mallados, tamaño de elementos. Aplicación el software. Análisis de convergencia de la solución en función de la malla y de los tipos de elementos utilizados aplicado a diferentes problemas estructurales. Concentración de tensiones.

- Unidad 7

Formulación matemática de problemas en 3D. Elasticidad tridimensional. Elementos tipo placa y viga. Uso de herramientas CAD. Selección de diferentes tipos de elementos, materiales, análisis, técnicas de mallados, tamaño de elementos. Aplicación el software. Análisis de convergencia de la solución en función de la malla y de los tipos de elementos utilizados aplicado a diferentes problemas estructurales.

- Unidad 8

Simulación dinámica, vibraciones libres: frecuencias naturales y nodos de vibración de vigas sometidas a diferentes condiciones de borde.

- Unidad 9

Proyectos especiales: Problemas de autovalores y transitorios. Dinámica de fluidos.

### 3. Metodología a emplear en el cursado

El esquema de clases se desarrolla de la siguiente manera:

- Motivación e identificación general de la problemática a tratar.
- Formulación matemática y marco teórico
- Implementación computacional
- Aplicaciones y ejercitación.

La presentación de las clases por parte del docente se realiza en el pizarrón cuando se trata de la introducción teórica y sobre la computadora cuando se refiere a la introducción de los programas computacionales. Se busca que las clases sean fluidas y participativas. En las clases teóricas se pretende ilustrar al estudiante los aspectos físico-matemáticos más importantes para la solución de la problemática dada. También se instruye sobre la manera de implementar computacionalmente un modelo matemático. Por cada uno de

SM

los temas abordados se realiza un ejemplo de aplicación sobre la computadora para analizar de forma conjunta los resultados obtenidos. Luego se precede al dictado de un trabajo práctico que el alumno puede desarrollar en parte durante el horario de clase consultando al docente.

La faceta más importante del proceso de enseñanza aprendizaje consiste en el desarrollo de trabajos prácticos por parte de los alumnos con la correspondiente asistencia del docente. Dichos trabajos son ejemplos reales que los alumnos deben simplificar utilizando hipótesis adquiridas en la materia.

#### 4. Técnicas de evaluación

La evaluación será del tipo integradora y constará de tres instancias, a saber:

- Evaluación para el cursado: Se efectúa una evaluación continua, requiriendo a los alumnos el seguimiento constante de la materia (estudiar a medida que se van dictando los temas). Para ello se solicita a los estudiantes la realización y entrega de un trabajo práctico al finalizar cada uno de los temas principales en que se ha ordenado la asignatura. Esto representa un total de cinco trabajos prácticos. Cada trabajo práctico se limita a la modelación de un problema, cuya solución inducirá al estudiante a la comprensión adecuada de los temas. Mediante la presentación satisfactoria de un mínimo de tres de los trabajos prácticos se logra la aprobación del cursado de la asignatura.
- Aprobación directa: Si durante el cursado obtuvo un buen desempeño en la entrega de trabajos y participación en clase podrá acceder a la aprobación directa de la materia siempre y cuando obtenga una nota superior o igual a seis (6).
- Evaluación final para la aprobación de la materia: Aquellos alumnos que desaprobaban uno o dos prácticos de un total de cinco, quedarán habilitados a rendir la evaluación final de la asignatura desarrollando un trabajo especial que debe ser presentado en forma de monografía y explicado oralmente. Este se califica con un puntaje que va desde 1 a 10, aprobando la evaluación con una nota mayor o igual a seis (6).

5. Integración y articulación de la asignatura con el área, el nivel y el diseño curricular
- Para el estudio de esta asignatura se requieren conocimientos previos, adquiridos en cursos anteriores, sobre estabilidad I y II, mecánica racional y cálculo vectorial. Por lo tanto, el cálculo en ingeniería mecánica con elementos finitos es una asignatura que tiene como correlativas para cursar: Estabilidad II y Mecánica racional cursadas, articulando hacia abajo, por lo tanto, con esas asignaturas.
- En el mismo nivel la asignatura articula con Mecánica de los fluidos y Elementos de máquinas. Donde se promueve la articulación con ambas materias mediante modelados de problemas planteados en dichas cátedras.

Sh

Hacia arriba la materia articulará con Proyecto final, donde el dimensionamiento de todo tipo de elementos mecánicos es realizado con la ayuda de elementos finitos.

En relación al diseño curricular de la carrera Ing Mecánica, que establece la necesidad de formar ingenieros tanto de aplicación como de desarrollo, preparados para operar y mantener ingenierías de tecnología conocida y consolidadas, como así también realizar tareas de máximo nivel técnico con utilización de tecnologías de avanzada en las cuales lo profesionales deben ser aptas para encarar problemas de proyecto y diseño. La asignatura se orientará al manejo de herramientas computacionales que permitan la formación de un profesional con sólidos conocimientos de modelación, capaz de abordar los problemas complejos de ingeniería aplicada, sentando las bases para la posterior articulación con el nivel de posgrado.

SM