

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO



**Nombre de la materia:** TALLER METODO DE ELEMENTO FINITO (CAE)

**Clave Facultad:**

**Clave U.A.S.L.P.:**

**No. de créditos:** 8

**Horas/Clase/Semana:** 4

**Horas totales:** 64

**Horas/Práctica (y/o Laboratorio):**

**Prácticas complementarias:**

**Trabajo extra clase Horas/Semana:** 4

**Carrera/Tipo de materia:** Posgrado en Ingeniería Mecánica  
Optativa común

**No. de créditos aprobados:**

**Fecha última de Revisión Curricular:** Marzo 2020

**Materia y clave de la materia requisito:**

### JUSTIFICACIÓN DEL CURSO

Las nuevas tecnologías de análisis y simulación avanzada en ingeniería contemplan el uso del Método del Elemento Finito ya que con este método es posible analizar sistemas muy complejos que no podrían ser resueltos por las herramientas tradicionales de la ingeniería. Por tal

motivo, es de suma importancia formar en el alumno la capacidad para utilizar de manera eficiente estas herramientas de análisis avanzado por computadora.

### OBJETIVO DEL CURSO

Que el alumno adquiera la capacidad de utilizar las herramientas de análisis avanzado por elemento finito que existen hoy en día para el análisis de sistemas mecánicos complejos. Para lograr lo anterior, el alumno deberá ser capaz de sintetizar los conocimientos de modelado sólido

de partes o componentes (CAD), mecánica, ingeniería de materiales, termofluidos y electromagnetismo, en la solución de problemas complejos que se presentan en los sistemas mecánicos.

### CONTENIDO TEMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS CAE 4 Hrs  
Objetivo: Conocer las herramientas CAE utilizadas en la ingeniería moderna.

- 1.1. Introducción al CAE y Elemento Finito.
- 1.2. Principales herramientas CAE actuales (ANSYS, ABAQUS, CATIA, I-DEAS, COMSOL, etc.).
- 1.3. Estructura de un CAE.
- 1.4. Partes principales de un CAE.

2. TIPOS DE ANALISIS CAE 4 Hrs  
Objetivo: Conocer los diferentes tipos de análisis que se pueden realizar en los sistemas CAE.

- 2.1. Análisis estructurales.
- 2.2. Análisis térmicos.
- 2.3. Análisis electromagnéticos.
- 2.4. Análisis de fluidos.
- 2.5. Análisis estacionario, cuasi-estacionario y transitorio.
- 2.6. Análisis lineal y no-lineal.
- 2.7. Análisis de campos acoplados.

3. TÉCNICAS DE MODELADO MEF 4 Hrs  
Objetivo: Conocer algunas de las técnicas principales para el modelado MEF

- 3.1. Uso de simetrías.
- 3.2. Modelado 2-D, axisimétrico y 1-D.
- 3.3. Esfuerzo plano vs deformación plana.
- 3.4. Dominio de dimensión reducida: beams, shells.

4. PREPROCESAMIENTO CAE 14 Hrs  
Objetivo: Conocer la función principal de los preprocesadores en los sistemas CAE.

- 4.1. Introducción a los procesadores CAE.
- 4.2. Partes principales de un preprocesador.
- 4.3. Pasos del preprocesamiento.
- 4.4. Herramientas de modelado sólido.
- 4.5. Importación de modelos sólidos.
- 4.6. Sistemas de coordenadas.
- 4.7. Modelado MEF.
- 4.8. Tipos de elementos.
- 4.9. Propiedades de los materiales.
- 4.10. Tipos de modelado FEM.

- 4.11. Mallado y optimización del mallado.
  - 4.12. Modelado de condiciones de frontera.
  - 4.13. Modelado de cargas.
- 5. ANÁLISIS Y SOLUCIÓN CAE** 8 Hrs  
 Objetivo: Conocer el procedimiento de análisis y solución en los sistemas CAE.
- 5.1. Consideraciones para el análisis y solución CAE.
  - 5.2. Sistema de cómputo.
    - 5.2.1. CPU y núcleos.
    - 5.2.2. Memoria física, virtual y out-of-core.
    - 5.2.3. Clusters.
      - 5.2.3.1. Clusters vs multi-núcleo.
      - 5.2.3.2. Memoria compartida vs distribuida.
      - 5.2.3.3. Ventajas y limitaciones de computación paralela.
  - 5.3. Tipos de solvers.
    - 5.3.1. Solver explícito vs implícito.
    - 5.3.2. Solver directo vs indirecto/iterativo.
    - 5.3.3. Opción “out of core”.
    - 5.3.4. Solver lineal vs no-lineal.
    - 5.3.5. Solver acoplado vs segregado.
    - 5.3.6. Solver multigrad.
    - 5.3.7. Paralelización.
  - 5.4. Verificación del modelo MEF.
  - 5.5. Solución del sistema.

- 6. POSTPROCESAMIENTO CAE** 8 Hrs  
 Objetivo: Conocer la etapa de postprocesamiento de los resultados en los sistemas CAE.
- 6.1. Listado de resultados.
  - 6.2. Graficado de resultados.
  - 6.3. Tabla personalizada de resultados.

- 6.4. Animación de los resultados.
- 6.5. Interpretación y análisis de resultados.
- 6.6. Reporte de resultados.
- 6.7. Refinamiento y modificación de malla.
- 6.8. Análisis de resultados transitorios y dinámicos.

- 7. ANÁLISIS ESPECIALES** 8 Hrs  
 Objetivo: Conocer algunos de los casos especiales de análisis de sistemas.

- 7.1. Análisis de campos acoplados.
- 7.2. Análisis de problemas no-lineales.
  - 7.2.1. Causas de no-linealidad.
- 7.3. Acoplamiento no-local, variables globales, integrales y proyecciones.
- 7.4. Condiciones especiales de frontera.
  - 7.4.1. Condiciones de contacto.
  - 7.4.2. Superficie libre y geometría móvil.
- 7.5. Análisis con materiales anisotrópicos.
- 7.6. Materiales compuestos.
- 7.7. Análisis dinámicos.
- 7.8. Análisis modal.
- 7.9. Fatiga.

- 8. CASOS DE ESTUDIO** 14 Hrs  
 Objetivo: Analizar diferentes casos de estudio para incrementar la capacidad y experiencia en el manejo CAE.

- 8.1. Caso de estudio 1 (análisis estructural).
- 8.2. Caso de estudio 2 (análisis térmico).
- 8.3. Caso de estudio 3 (análisis de campos acoplados).
- 8.4. Caso de estudio 4 (análisis transitorios).

## METODOLOGÍA

Exposición en clase de los diferentes temas que comprende el programa.  
 Motivar al alumno al análisis, discusión y crítica de los temas tratados mediante la investigación continua.

Elaboración de tareas y proyecto de análisis por elemento finito en el cual el alumno sintetice los conocimientos adquiridos en el curso y los utilice en aplicaciones reales de sistemas mecánicos.

## EVALUACIÓN

Tareas	30 %	Total	100 %
Proyectos de Taller CAE	70 %		

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

Manuales y tutoriales de los paquetes de software CAE utilizados en el curso.

Mathews, F. L., Finite element modeling of composite materials and structures.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

Robert D. Cook, David S. Malkus, Michael E. Plesha, Robert J. Witt, Concepts and Applications of Finite Element Analysis, 4th Edition. John Wiley & Sons Inc.

Dewhurst, Donald L., The finite element method for engineers.

White, R. E., An introduction to the finite element method with applications