



ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS APLICADOS A INGENIERÍA CON HYPERMESH

I. INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del Curso: Análisis por Elementos Finitos Aplicados a Ingeniería con HyperMesh

Duración: 34 horas

Requisitos:

- Conceptos básicos de estática y resistencia de materiales: Equilibrio de fuerzas, esfuerzos y deformaciones, flexión y torsión. Esfuerzo de fluencia.
- Conceptos básicos de álgebra lineal (opcional pero deseable): Vectores y matrices. Sistemas de ecuaciones lineales.

II. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El presente curso es un curso teórico-práctico orientado a la correcta comprensión y aplicación del Método de los Elementos Finitos (FEM) en problemas reales de ingeniería.

El curso aborda, desde fundamentos teóricos sólidos, la modelación, simulación y análisis de estructuras mediante el software Altair HyperMesh, utilizando el solver OptiStruct. A lo largo del curso, el participante aprenderá a construir modelos FEM robustos, realizar limpieza geométrica, generar mallas de calidad, definir materiales, propiedades, cargas y condiciones de frontera, y evaluar fenómenos como análisis estructural lineal, pandeo, vibraciones, recipientes a presión, análisis térmico y acoplos multi-físicos (FEM–CFD y FEM–DEM).

III. SUMILLA

Curso teórico-práctico que desarrolla los fundamentos del Método de los Elementos Finitos aplicados a la mecánica de sólidos y su implementación práctica mediante HyperMesh. Se estudian elementos estructurales tipo barra, viga, armaduras, marcos, elementos tipo shell y sólidos, así como los principales tipos de análisis utilizados en la industria: análisis estático lineal, pandeo, análisis modal, recipientes a presión y análisis térmico.

El curso incluye casos prácticos reales y una introducción a simulaciones multi-físicas mediante acoplos FEM–CFD y FEM–DEM.



IV. OBJETIVOS

- Comprender los fundamentos teóricos del Método de los Elementos Finitos y su relación con la mecánica de sólidos.
- Capacitar al participante para modelar, simular, analizar e interpretar problemas de ingeniería estructural mediante el Método de los Elementos Finitos, utilizando HyperMesh
- Introducir a los alumnos a las simulaciones multi-físicas mediante acoplos FEM–CFD y FEM–DEM.

V. PROGRAMA ANALÍTICO

UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN AL CURSO (6h)

1. Acerca del curso
2. Acerca de HyperMesh. Diferencia y complemento con SimSolid
3. Solvers: OptiStruct y Radioos
4. Repaso de teoría de matrices
5. Introducción a los Métodos de Elementos Finitos
6. Elementos Finitos aplicados a la Mecánica de Sólidos
 - a. Grados de libertad (DOF)
 - b. Funciones de forma
 - c. Elementos tipo barras (bars). Ensamblaje matricial
 - d. Armaduras en 2D y 3D
 - e. Elementos tipo vigas (beams): Bernoulli y Timoshenko
 - f. Marcos en 2D y 3D
7. Otros elementos en 2D y 3D: Shells y Solids
8. Lineal vs no lineal: Tipos de no linealidad.

EVALUACIÓN 1: CUESTIONARIO SOBRE LOS FUNDAMENTOS DE LAS SIMULACIONES FEM

UNIDAD 2: INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE HYPERMESH (6h)

1. Guardado y manejo de archivos de HyperMesh
2. Familiarización con el entorno de HyperMesh: Interfaz y Workflow
3. Sistema de unidades
4. Cintas de trabajo: Sketch, Topology, 1D, 2D, 3D, Assembly, Connectors, Analyze, etc
5. **Preproceso:** Carga de geometrías y formatos admitidos
6. **Preproceso:** Limpieza y depuración de las geometrías
7. **Preproceso:** Mallado 2D y 3D
8. Buenas prácticas de mallado. Element Quality, Skew, Aspect ratio.



9. **Preproceso:** Selección avanzada de Elementos
10. **Preproceso:** Creación de materiales y propiedades. Creación de Collectors
11. **Preproceso:** Configuración de las restricciones y cargas.
12. **Preproceso:** Configuración de uniones.
13. **Simulación:** Creación del archivo .fem. Ejecución de la simulación en el Altair Compute Console mediante OptiStruct
14. Verificación y validación
15. **Postproceso:** Visualización de resultados en HyperView
16. Comparativa FEM vs solución analítica

UNIDAD 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTÁTICO LINEAL (6h)

1. Teoría del análisis estático lineal: Principio de superposición, balance de fuerzas, Elementos tipo barra, viga, Shell y Solid. Condiciones de frontera. Factor de Seguridad (FS).
2. **CASO PRÁCTICO:** Simulación de una armadura mediante la propiedad PBAR.
3. **CASO PRÁCTICO:** Simulación de un marco mediante la propiedad PBEAM.
4. **CASO PRÁCTICO:** Simulación de un elemento sólido mediante la propiedad PSOLID.

UNIDAD 4: ANÁLISIS DE PANDEO (4h)

1. Teoría de Pandeo: Carga crítica, Equilibrio estable. Inestable y neutro. Esfuerzo crítico. Factor de Longitud efectiva. La fórmula de la secante.
2. **CASO PRÁCTICO:** Simulación de columna sometida a compresión

UNIDAD 5: TANQUES Y RECIPIENTES A PRESIÓN (4h)

1. Cilindros de pared delgada. Esfuerzos circunferenciales y longitudinales. Tanques esféricos. Criterios ASME VIII.
2. **CASO PRÁCTICO:** Simulación de tanque cilíndrico con presión interna

UNIDAD 6: ANÁLISIS MODAL Y DE VIBRACIONES (4h)

1. Teoría modal: Frecuencia naturales, modos propios, problemas de resonancia.



2. **CASO PRÁCTICO:** Simulación de las frecuencias naturales de una estructura. Uso de la frecuencias naturales para evaluar la rigidez de una estructura

UNIDAD 7: ANÁLISIS TÉRMICO E INTRODUCCIÓN A LA INTERACCIÓN FLUIDO-ESTRUCTURA (FSI) (4h)

1. Transferencia de calor por conducción.
2. **CASO PRÁCTICO:** Simulación de una placa sometida a calentamiento
3. Acople FEM-CFD para simulaciones térmicas y estructurales
4. **CASO PRÁCTICO:** Simulación Bidireccional (Two Way) de la deformación de un recipiente producto de la presión de un fluido.

UNIDAD EXTRA: ACOPLE BIDIRECCIONAL FEM-DEM (2h)

1. Acople bidireccional entre HyperMesh y EDEM.
2. **CASO PRÁCTICO:** Simulación de una placa sometida a impactos de partículas

EVALUACIÓN 2: CUESTIONARIO PRÁCTICO SOBRE SIMULACIONES FEM EN HYPERMESH

VI. METODOLOGÍA

La unidad 1 es una unidad teórica donde se revisarán los fundamentos detrás de los Métodos de Elementos Finitos de manera general, así como los métodos de Elementos Finitos aplicados a la Mecánica de Sólidos. La unidad 2 es netamente práctica mientras que las demás unidades son prácticas, sin embargo, se revisará al inicio de cada una la teoría necesaria para entender las simulaciones tanto en la etapa de preproceso como postproceso.

VII. EVALUACIÓN

Fórmula para el cálculo de la nota final:

$$\text{NOTA FINAL} = \frac{E1 + 2 * E2}{3} + AP$$

NOTA FINAL: Promedio final del curso

E1: Nota correspondiente a la evaluación número 1

E2: Nota correspondiente a la evaluación número 2

AP: Nota correspondiente a la asistencia y participación