

CÓDIGO: 780009	ASIGNATURA: MECÁNICA COMPUTACIONAL DE FLUIDOS			CRÉDITOS: 4		
ELECTIVOS PROFUNDIZACIÓN / TERMO FLUÍDOS	TRABAJO SEMANAL. PRESENCIAL	3 H	INDIVIDUAL	9 H	DIRIGIDO	00

OBJETIVO GENERAL

1. Identificar los métodos numéricos, restricciones y conceptos analíticos básicos empleados para la construcción de modelos computacionales de dinámica de fluidos.
2. Contribuir a la formación integral del Alumno.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Aplicar los criterios de división temporal y espacial para la generación de una malla de un modelo de CFD.
2. Seleccionar el modelo de turbulencia acorde al problema especificado.
3. Aplicar la simplificación necesaria para construir un modelo de dinámica computacional de fluidos en tiempos viables industrialmente.
4. Identificar los criterios de espesor de capa límite para verificar la validez de un modelo computacional.

CONTENIDOS

1. Presentación del Curso y Definición de Horario.

2. Herramientas matemáticas para la mecánica de fluidos: Divergencia, Rotacional, teorema de la divergencia y teorema de Stokes, producto diádico.

3. Bases de Mecánica de Fluidos

- 3.1 Marco Lagrangiano y Euleriano.
- 3.2 Teorema de transporte de Reynolds.
- 3.3 Ecuaciones de conservación en forma integral y diferencial.
- 3.4 Ecuaciones de Navier-Stokes.

4. Aspectos básicos de la división espacial y temporal

- 4.1 Introducción a las diferencias finitas.
- 4.2 Aproximaciones explícitas e implícitas.
- 4.3 Errores y análisis de estabilidad.

5. Introducción al método de los elementos finitos y al método de los volúmenes finitos.

PRÁCTICA 01: Ejemplo de construcción de un modelo CFD

6. Generación de malla

- 6.1 Transformación general de las ecuaciones
- 6.2 Jacobiano
- 6.3 Sistemas de coordenadas acopladas a la frontera.

PRÁCTICA 02: Construcción modelos de flujo interno.

- Aplicación de criterios de enmallado.
- Análisis de estabilidad.
- Verificación de resultados.

7. Simulación de la turbulencia

- 7.1 Definición de turbulencia.
- 7.2 Transición de flujo laminar a turbulento.
- 7.3 Efecto de la turbulencia en las ecuaciones RANS.
- 7.4 Características de flujos turbulentos simples
- 7.5 Modelos de turbulencia.
 - 7.5.1 Modelo de escala de longitud.
 - 7.5.2 Modelo $k-\epsilon$.
 - 7.5.3 Modelos de ecuaciones de esfuerzos de Reynolds.
 - 7.5.4 Modelos de ecuaciones de esfuerzos algebraicos.

PRÁCTICA 03: Construcción de un modelo de flujo externo viscoso.

- Aplicación del número de Courant.
- Aplicación criterios de enmallado a partir del espesor de la capa límite.
- Verificación del efecto de la variación del tamaño de malla debido a la velocidad del flujo del fluido.

8. Aplicación de métodos numéricos a los siguientes modelos de ecuaciones

- 8.1 Ecuación de onda.
- 8.2 Ecuación de transferencia de calor.
- 8.3 Ecuación de Laplace.
- 8.4 Ecuación de Burger (flujo ideal y viscoso).

9. Referencias básicas sobre el concepto de capa límite.

- 9.1 Capa límite laminar
- 9.2 Capa límite turbulenta

10. Métodos Numéricos para ecuaciones tipo capa límite

- 10.1 Métodos de diferencias finitas para flujos externos.
- 10.2 Métodos inversos, flujos separados.
- 10.3 Métodos para flujos internos.
- 10.4 Métodos para flujos cortantes.

PRÁCTICA 04: Evaluación de un perfil aerodinámico.

- Determinación de la estabilidad del flujo.
- Identificación del desprendimiento de capa límite.
- Obtención del ángulo de ataque óptimo por comparación.

11. Algoritmos de solución para el acoplamiento de la velocidad-presión en flujos estacionarios.

- 11.1 Malla escalonada
- 11.2 Algoritmo SIMPLE
- 11.3 Algoritmo SIMPLER
- 11.4 Algoritmo SIMPLEC
- 11.5 Algoritmo PISO.

12. Acoplamiento Multifísico

- 12.1 Problemas de valor de frontera acoplados.
- 12.2 Modelos de elementos finitos de dinámica de fluidos y transferencia de calor.
- 12.3 Interacción Fluido- Estructura.

PRÁCTICA 05: Acoplamiento multifísico de dinámica de fluidos con transferencia de calor.

- **Formulación ALE.**
- **Bases para el paralelismo.**
- **EXAMEN FINAL**
- **PRÁCTICA FINAL**
INQUIETUDES PROYECTO FINAL
- **EXPOSICIÓN PROYECTO FINAL**

METODOLOGÍA

El curso se desarrollará a través de clases magistrales y prácticas supervisadas. El curso posee un enfoque teórico - práctico, desarrollando talleres y evaluaciones para verificar el aprendizaje de los conceptos adquiridos. Todos los días se harán evaluaciones rápidas según la disposición del profesor en el horario que él determine. Dichas evaluaciones pueden ser orales y/o escritas.

EVALUACIÓN

- Quices (10%)
- Talleres (20 %)
- Trabajo Final (30%)
- Un Examen Final (40 %)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Blazek J. COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS: Principles and applications. Ed. Elsevier. 2001
- [2] Tannehill J.C., Anderson D., Pletcher R.H. Computational FLUID MECHANICS AND HEAT TRANSFER. Segunda Edición. Ed. Taylor and Francis. 1997.
- [3] Anderson J. Jr. Computational FLUID DYNAMICS. The basics with applications. Ed. Mc Graw-Hill. USA. 1995.
- [4] Versteeg H.K., Malalasekera W. AN INTRODUCTION TO COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS. Ed Prentice Hall 1995.
- [5] Patankar S.V. NUMERICAL HEAT TRANSFER AND FLUID FLOW. Ed. Taylor and Francis. 1980.
- [6] Reddy J.N. The Finite Element Method in Heat Transfer and Fluid Dynamics. Ed. CRC Press. Estados Unidos de Norteamérica. 2000
- [7] Currie I.G. FUNDAMENTAL MECHANICS OF FLUIDS. Tercera Edición. Ed. McGraw-Hill. ISBN: 0-8247-0886-5. Estados Unidos de Norteamérica. 2003.

- [8] Emmanuel, G. ANALYTICAL FLUID DYNAMICS. Segunda Edición. Ed. CRC Press. Estados Unidos de Norteamérica. 2000.
- [9] White F. M. VISCOUS FLUID FLOW. Tercera Edición. Ed. McGraw-Hill. Estados Unidos de Norteamérica. 2006.
- [10] Schlichting, H. Gersten K. BOUNDARY LAYER THEORY. Octava edición. Ed. Springer Verlag. Alemania 2003.
- [11] Appel D.W. et al. ADVANCED MECHANICS OF FLUIDS. Ed. John Wiley & Sons. Inc. Estados Unidos de Norteamérica. 1959.
- [12] White F. M. MECÁNICA DE FLUIDOS. Sexta Edición. Ed. McGraw-Hill. Estados Unidos de Norteamérica. 2008.
- [13] Oslinger J.L., Palacios J.A., Jaramillo G.A. SIMPLIFIED VIRTUAL LABORATORY'S EXPERIENCE ON INDUSTRIAL MULTIPHYSICS MODELING. International Conference on Computational Plasticity VIII. Fundamentals and Applications, Septiembre 2005.