



SEMINARIO DE POSTGRADO: INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

Responsable Académico

Dr. Ing. Pablo Gamazo (Centro Universitario Regional Litoral Norte, Universidad de la República. Uruguay)

Equipo Docente

Dr. Ing. Pablo Gamazo

Ing. Lucas Bessone (Universidad Tecnológica Nacional, Regional Concordia)

Duración

Se contempla una carga horaria total de veinte (20) horas; que incluyen clases teóricas-expositivas, prácticas en computadora y consultas de laboratorio.

Fundamentación

El término CFD proviene de las siglas del inglés “Computational Fluid Dynamics”, lo cual se traduce al español como “Mecánica de Fluidos Computacional”. Es una rama de mecánica de fluidos que utiliza procedimientos numéricos por ordenador para resolver ecuaciones de conservación como las ecuaciones de los flujos fluidos. En el mercado existen numerosos softwares de CFD tales como Code_Saturne, OpenFOAM, Fluent, etc. El riesgo reside en su manejo como una caja negra donde se introduce información y se extraen resultados sin conocer unos mínimos fundamentos o sin la capacidad de interpretar su validez. Las técnicas de CFD son complementarias a la teoría y los experimentos, no los sustituyen.

La idea de calcular soluciones aproximadas de ecuaciones diferenciales que describen flujos de fluidos y transferencia de calor es relativamente antigua, incluso más antigua que la aparición de los ordenadores. Sin embargo, el desarrollo de las técnicas numéricas no ha podido ser posible sin el desarrollo de la computación, que hace posible el desarrollo de millones de operaciones en un tiempo del orden de segundos, propiciando una rápida expansión de los métodos numéricos. Las primeras aplicaciones del CFD se remontan a aplicaciones militares. En los años 60 se realizaban estudios de CFD para analizar casos como ondas de choque producidas por una explosión o flujo que circula alrededor de un avión, y más tarde se aplicó a la industria aeroespacial y automoción. Sin embargo, no es hasta la década de 1980 cuando comenzaron a hacerse estudios tridimensionales. En esta misma década es cuando aparecieron los primeros softwares comerciales. En los últimos años la CFD se ha implementado en el campo de la ingeniería de diseño.



Las simulaciones ahorran tiempo y dinero en cuanto a la elaboración de prototipos y otras pruebas experimentales. Esto ha provocado que la CFD se aplique a muchas disciplinas en el ámbito del desarrollo, la tecnología.

Justificación

La utilidad de las herramientas modernas en el modelado y simulación con programas informáticos de simulación CFD son actualmente indiscutibles, permitiendo ensayar de manera virtual diferentes modelos o diseños, esto se implica enormes ventajas y beneficios por ahorro de costes de fabricación de prototipos y acortamiento de los tiempos en el desarrollo del producto, dando lugar como consecuencia una forma de trabajo más competitiva en el ámbito científico y profesional.

A través de este seminario se busca que el alumno comprenda las fortalezas y debilidades de los modelos numéricos y que aprenda a identificar los fenómenos fluido-mecánicos y de transferencia de calor que ha aprendido en otras asignaturas. La intención es preparar alumnos principiantes para que sean autosuficientes en la práctica.

Objetivos Generales y Específicos

Objetivo general: El objetivo general del curso, es introducir al estudiante en el uso de los métodos computacionales y métodos numéricos de aproximación para la solución de problemas de la dinámica de fluidos computacional.

Objetivos específicos: Los objetivos específicos son brindar las herramientas mínimas necesarias para poder usar y desarrollar software relacionado con la resolución de modelos matemáticos muy usados en la Mecánica de fluidos.



Unidades Temáticas y Contenidos Mínimos

Unidad I: Introducción

Introducción a modelos. Métodos de discretización. ¿Qué es la dinámica de fluidos computacional (CFD)? ¿Cómo trabaja un código de CFD? Preproceso, solver y postproceso.

Unidad II: Leyes de Conservación de Magnitudes Escalares y Vectoriales

Descripción matemática del fenómeno físico. Ecuación general de transporte. Ecuaciones de conservación de masa y de cantidad de movimiento. Conservación de la energía.

Unidad III: Métodos de Discretización

Breve descripción de los métodos de diferencias finitas y elementos finitos. Método de los volúmenes finitos.

Discretización espacial: Discretización de los diferentes términos de la ecuación. Condiciones de borde. Mallas no ortogonales. Resolución de la ecuación de Poisson estacionaria.

Discretización temporal: Término transiente. Esquema explícito: Diferencias hacia adelante o Forward Euler. Esquemas implícitos: Diferencias hacia atrás o Backward Euler, Diferencias centradas o Crank Nicolson. Solución de la ecuación de advección difusión.

Propiedades de la ecuación discretizada: Conservación, precisión, convergencia, consistencia y estabilidad.

Unidad V: Flujos Incomprensibles

Ecuaciones de Navier Stokes. Algoritmos de acoplamiento presión-velocidad: Algoritmo SIMPLE, ecuación para la velocidad y ecuación de corrección para la presión.



Destinatarios

El curso está dirigido a ingenieros civiles, hidráulicos, mecánicos, industriales, etc.

Metodología de Trabajo

La estrategia de enseñanza se basará en clases teórico-prácticas expositivas con auxilio de medios visuales. Se complementará con prácticas en computadora de resolución de ejercicios prácticos para favorecer el análisis individual y grupal de problemas. Se realizarán también consultas durante las jornadas.

Criterios y Procedimientos de Evaluación

Para la aprobación del seminario se realizarán actividades prácticas. Las mismas se realizarán durante el dictado de las clases y los resultados serán presentados en un informe final a desarrollar al final del dictado del seminario.

Bibliografía Básica

- Ferziger, J.H. & Peric, M. Computational Methods for Fluid Dynamics. 3rd Edition. ISBN 3-540-42074-6. Springer-Verlag, 2002.
- Versteeg, H. K. & Malalasekera, W. An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method. 2nd Edition. ISBN 978-0-13-127498-3. Pearson Education, 2007.
- Moukalled, F.; Mangani, L. & Darwish, M. The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics. ISBN 978-3-319-16874-6. Springer, 2016.

Bibliografía Complementaria

- Patankar, S. V. Numerical heat transfer and fluid flow. Taylor & Francis, 1980.
- Hish, C. Numerical computation of internal and external flows, Volúmenes 1 y 2. ISBN 978-0-7506-6594-0. John Wiley & Sons, 2002.

Infraestructura y Equipamiento

Se utilizará un aula con medios audiovisuales para el dictado de las clases teóricas. Respecto a las clases prácticas, se requiere de computadora personal y se utilizará un salón con acceso a internet.