



Universidad
del Valle

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

1. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

1.1	CURSO:	Fundamentos de Modelamiento Computacional usando OPENFOAM
1.2	CÓDIGO:	
1.3	INTENSIDAD:	3 horas/semana
1.4	PLAN:	Pregrado en Ingeniería Mecánica
1.5	CRÉDITOS:	3
1.6	PROFESOR:	Jairo Valdés / Alexander Ladino
1.7	Validable:	No
1.8	Habilitable:	No
1.9	Prerequisito:	Matemáticas Especiales 780004M Mecánica de Fluidos 780066M

2. JUSTIFICACIÓN

Los avances en los desarrollos de ingeniería a nivel mundial han sido posibles en las últimas décadas gracias al incremento notable del poder de cómputo y procesamiento tanto de los computadores personales, como de las grandes estaciones de trabajo. Lo anterior ha permitido progresivamente que modelos de ingeniería cada vez más refinados y realistas que han sido desarrollados puedan ser solucionados con mayor rapidez y con ello proveer soluciones más detalladas, confiables y económicamente rentables.

En Colombia, diversos campos de la ingeniería, han vuelto estándar el uso de herramientas computacionales para la solución de sus modelos. Sin embargo, el costo de estas licencias hace que exista una brecha tecnológica frente otros países para que herramientas computacionales sean eficientemente aprovechadas así como masificadas, lo cual hace importante abrir las posibilidades a software de libre costo y acceso.

Así pues, el espíritu del curso de Fundamentos de Modelamiento Computacional Usando OPENFOAM, es el de proveer las bases involucradas en la implementación y solución de modelos computacionales, particularmente empleando un software de licencia libre de costo como OPENFOAM. Para ello, se tomarán como ejemplos base problemas de dinámica de fluidos, ciencias térmicas y elasticidad.

El curso también pretende ilustrar la física y la manipulación de los tensores y los métodos numéricos realizando el alcance y poder de estas herramientas en la solución de problemas de ingeniería.

3. OBJETIVO GENERAL

Presentar a los estudiantes del pregrado en ingeniería mecánica los principios conceptuales subyacentes y las metodologías para la solución de problemas de Mecánica de fluidos empleando el software de código abierto OpenFOAM basado en la formulación de volúmenes finitos (FV).

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar los principios físicos fundamentales y modelos asociados a la simulación de problemas de medios continuos y particularmente en el campo de la dinámica de fluidos reales, incompresibles, laminares o turbulentos.
- Presentar los principios y estrategias para la solución numérica de problemas de la mecánica de medios continuos (MMC) mediante el método de volúmenes finitos y aplicados particularmente a problemas de Mecánica de Fluidos (MF).
- Presentar a los estudiantes de pregrado de la escuela de ingeniería mecánica la estructura y metodología de trabajo involucrada en la plataforma de simulación general de mecánica de medios continuos OPENFOAM y su aplicación particular a problemas de mecánica de fluidos.

4. CONTENIDO

4.1 Introducción del curso

4.2 Fundamentos matemáticos:

- Revisión de Cálculo vectorial, Cálculo tensorial y operadores diferenciales clásicos en la MMC y la MF.

4.3 Fundamentos físicos:

- Formas integrales del movimiento de los fluidos
- Formas diferenciales del movimiento de los fluidos – Continuidad y Navier-Stokes.
- Fundamentos de turbulencia: Flujo promedio y flujo fluctuante, Esfuerzos de Reynolds, Hipótesis de Boussinesq, Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS) Equations. Ecuación para la evolución de la Energía Cinética promedio y turbulenta. El problema de clausura en turbulencia.
- Modelos de Clausura: k-epsilon.
- Ecuación General de transporte.

4.4 Fundamentos numéricos en problemas de transporte.

- Método de volúmenes finitos en problemas difusivos. Discretización de los operadores. Aplicación a un problema térmico.
- Método de volúmenes finitos en problemas de transporte del tipo convección – difusión. Discretización de los operadores. Aplicación 1D.
- Discretización de operadores diferenciales basados en el método de volúmenes finitos (3D).
- Discretización de las ecuaciones de Navier-Stokes.
- Problema de estado estable de Dinámica de Fluidos. Acoples velocidad – presión y solución iterativa de problemas de fluidos estables incompresibles: Algoritmo SIMPLE y SIMPLER.
- Algunos métodos para la solución de sistemas de ecuaciones lineales dispersas.

4.5 Introducción a OpenFOAM – definiciones e instalación.

4.6 Estructura de archivos de instalación de OpenFOAM.

4.7 Tour en c++

4.8 Solvers en Openfoam.

4.9 Estructura de un caso básico en OpenFOAM:

- System:
 - o ControlDict
 - o fvSolution
 - o fvSchemes
- Constant:
 - o PolyMesh
 - BlockMeshDict
 - o TransportProperties
- 0:
 - o Initial and Boundary Conditions
- Resultados
- Postprocesamiento básico

4.10 Solver IcoFoam

- Aplicación: cavity flow
- 4.11 Solver SimpleFoam
 - Aplicación: – Pitz Daily
- 4.12 Solver Multiphase
 - Aplicación: Dam Break
- 4.13 Utilidades en Openfoam
 - Utilidades de importación de mallas.
 - Utilidades de manipulación de mallas.
 - Utilidades de posprocesamiento en paralelo.
 - Utilidades de posprocesamiento.
- 4.14 Aplicación complementaria: Problema de elasticidad lineal.

5. METODOLOGÍA

El curso se desarrollará con clases magistrales teórico/prácticas semanales donde se expondrán las temáticas afines. Para el desarrollo del curso se harán uso de las siguientes herramientas: Presentaciones, talleres, tutoriales en sala de cómputo plenamente dotada. Se realizara al final del curso un proyecto de aplicación.

6. EVALUACIÓN

Dos exámenes parciales	40%
Talleres	30%
Proyecto Final	30%

7. BIBLIOGRAFÍA

Mase George. Continuum Mechanics for Engineers. 2nd Ed. CRC. 1999.
 Versteeg y W. Malalasekera. An Introduction to Computational Fluid Dynamics. Prentice Hall. 2nd Ed. 2007
 Stroustrup B. The C++ Programming Language. Addison-Wesley. 1997.
 OpenFOAM User's Guide. <http://cfd.direct/openfoam/user-guide/>
 OpenFOAM Programmer's Guide. <http://foam.sourceforge.net/docs/Guides-a4/ProgrammersGuide.pdf>
 OpenFOAM C++ Documentation. <http://www.openfoam.org/docs/cpp/>
 OpenFOAM Wiki. https://openfoamwiki.net/index.php/Main_Page

Complementaria:

Wilcox D.C. Turbulence Modeling for CFD. DCW Industries, Inc. 1994
 Ferziger J.H. Computational Methods for Fluid Dynamics. 3rd Ed. Springer. 2002.
 MSc Course in CFD with OpenSource Software. http://www.tfd.chalmers.se/~hani/kurser/OS_CFD/