ASIGNATURA DE MÁSTER:

SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE FLUJOS DE FLUIDOS DE INTERÉS INDUSTRIAL

Curso 2009/2010

(Código:28801335)

1.PRESENTACIÓN

La línea de investigación *Simulación computacional de flujos de fluidos de interés industrial* en la que se encuadra el Trabajo Fin de Máster es una de las que lleva a cabo el grupo de investigación de Mecánica de Fluidos Computacional del Departamento de Mecánica. La línea se ha centrado en el estudio de la fluidodinámica de flujos interfaciales. Concretamente los estudios llevados a cabo por el grupo investigador se enmarcan en los siguientes campos:

- Proceso de llenado del molde en los procesos de fundición por inyección a alta presión,
- Impacto de gotas sobre superficies sólidas que tiene lugar en procesos de recubrimiento.

En ambos casos se trata de flujos de gran complejidad, debido entre otros factores a la forma que adopta la superficie de separación de los dos fluidos y al salto brusco de propiedades (relación de densidades del orden de 1000) que se produce a través de dicha superficie. Parte de la actividad se ha centrado en el desarrollo métodos numéricos avanzados para la simulación de flujos interfaciales Concretamente se han desarrollado métodos de tipo 'VOF' y 'level set' que se encuentran entre los más precisos de su categoría publicados recientemente.

A título de ejemplo, a continuación se presentan algunos de los proyectos de investigación y publicaciones en las que ha participado el grupo de investigación en esta línea:

Proyectos:

- *Título:* Métodos avanzados de simulación numérica del impacto de gotas sobre superficies en problemas de recubrimiento. *Entidad financiadora:* Ministerio de Educación y Ciencia, DPI2007-63275. *Duración*: 2007-2010.
- *Título:* Desarrollo de modelos de simulación de flujos interfaciales en procesos de fundición. *Entidad financiadora:* Ministerio de Educación y Ciencia, DPI2004-08198. *Duración:* 2004-2007.

Publicaciones:

- J. López, C. Zanzi, P. Gómez, F. Faura, J. Hernández, A new volume of fluid method in three dimensions - Part II: Piecewise-planar interface reconstruction with cubic-Bézier fit, *International Journal for Numerical Methods in Fluids,* 2008, doi: 10.1002/fld.1775
- J. Hernández, J. López, P. Gómez, C. Zanzi, F. Faura, A new volume of fluid method in three dimensions - Part I: Multidimensional advection method with face-matched flux polyhedra, *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 2008, 10.1002/fld.1776
- Hernández, J., López, J., Gómez, P., Zanzi, C., "Simulation of three-dimensional incompressible two-phase flows using an improving PLIC-VOF method", Euromech Colloquium 479 - Numerical Simulation of Multiphase Flow with Deformable Interfaces, Scheveningen, Países Bajos, 14-16 de agosto de 2006.
- Zanzi, C., Gómez, P., Palacios, J., López, J., Hernández, J., "Influence of the wave shape on the impact of shallow-water wave on vertical walls", *ASME 2006 Joint U.S.-European Fluids Engineering Summer Meeting*, ISBN 0-7918-3783-1, Miami (Florida), USA, 17-20 de julio de 2006.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
F688C4C08029839C95606558EC7985CA

- J. López, J. Hernández, P. Gómez, F. Faura, "An Improved PLIC-VOF Method for Tracking Thin Fluid Structures in Incompressible Two-Phase Flows", Journal of Computational Physics, 208(1), pp. 51-74, 2005.
- P. Gómez, J. Hernández, J. López, "On the reinitialization procedure in a narrow-band locally-refined level set method for interfacial flows", International Journal for Numerical Methods in Engineering, 63(10), pp. 1478-1512, 2005.
- J. Hernández, B. Zamora, "Effects of variable properties and nonuniform heating on natural convection flows in vertical channels", International Journal of Heat and Mass Transfer, 48(3-4), pp. 793-807, 2005.
- Gómez, P., Zanzi, C., López, J., Hernández, J., “Visualization and numerical simulation of the impact of shallow-water waves on walls”, *2005 ASME Fluids Engineering Summer Meeting and Exhibition*, ISBN: 0-7918-3760-2, Houston (Texas), USA, 19-23 de junio de 2005.
- J. López, J. Hernández, F. Faura, P. Gómez, "A 3D Multidimensional VOF Advection Algorithm based on Edge-Matched Flux Polyhedrons", The 8th *ESAFORM Conference on Material Forming*, Cluj-Napoca, Romania, April 27-29, 2005.
- R. Zamora, J. Hernández, J. López, F. Faura, P. Gómez, "Numerical and Experimental Study of Interface Dynamics and Air Entrapment in Diecasting Injection Chambers", The 8th *ESAFORM Conference on Material Forming*, Cluj-Napoca, Romania, April 27-29, 2005.
- J. López, J. Hernández, P. Gómez, F. Faura, "A Volume of Fluid Method Based on Multidimensional Advection and Spline Interface Reconstruction", Journal of Computational Physics, 195(2), pp. 718-742, 2004.
- P. Gómez, J. Hernández, J. López, "Simulación Numérica de la Inestabilidad de Rayleigh-Taylor Mediante un Método `Level Set' de Banda Estrecha con Refinamiento Local", *VI Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería*, Lisboa, Portugal, 2004.

2.CONTEXTUALIZACIÓN

La línea de investigación Simulación computacional de flujos de fluidos de interés industrial, dentro de la cual se puede realizar el Trabajo Fin de Máster, es una de las cinco líneas ofertadas desde el Departamento de Mecánica dentro del Programa Oficial de Posgrado en Investigación en Tecnologías Industriales.

La realización del Trabajo Fin de Máster en la línea de investigación *Simulación computacional de flujos de fluidos de interés industrial* permitirá consolidar los conocimientos adquiridos por los estudiantes en el estudio de las asignaturas del itinerario en Ingeniería Mecánica. También permitirá a los estudiantes profundizar en los conocimientos más específicos relacionados con la simulación numérica y con mecánica de fluidos adquiridos en los estudios de grado y en las asignaturas *Métodos computacionales en ingeniería* y *Simulación numérica de flujos de fluidos en ingeniería* en los Módulos I y II del Máster, respectivamente. Por otro lado, la elaboración de este trabajo permitirá al estudiante adquirir las habilidades y conocimientos necesarios para alcanzar la suficiencia investigadora.

3.REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

Para poder realizar el Trabajo Fin de Máster en la línea de investigación sobre *Simulación computacional de flujos de fluidos de interés industrial*, el estudiante ha de seleccionar las asignaturas a cursar de acuerdo a las siguientes directrices:

1. MODULO I (4 asignaturas).
   OBLIGATORIAS: Las 4 asignaturas del Módulo.
2. MODULO II del Itinerario en Ingeniería Mecánica (3 asignaturas).
   OBLIGATORIAS: Las 3 asignaturas del Módulo.
3. MODULO III del Itinerario en Ingeniería Mecánica (10 asignaturas)
   OBLIGATORIAS: Biodinámica y biomateriales
   OPTATIVAS: Una de las 9 asignaturas restantes.

Para la inicialización del Trabajo no es condición necesaria que haya tenido que aprobar previamente ninguna de las asignaturas del Máster, pero sí que es necesario en la práctica que domine muchos de los conceptos impartidos en algunas de las asignaturas asignadas a la línea de investigación, y fundamentalmente de la asignatura del MODULO II del Itinerario en Ingeniería Mecánica denominada *Simulación numérica de flujos de fluidos en ingeniería.*

Además es necesario tener conocimientos suficientes de inglés técnico a nivel lectura.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
F688C4C08029839C9560655BEC7985CA

4.RESULTADOS DE APRENDIZAJE

La realización del Trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos:

- Consolidar los conocimientos adquiridos y profundizar en el estudio de la simulación numérica de flujos de fluidos en ingeniería.
- Conocer y aplicar las metodologías de investigación tecnológica en este campo de la ingeniería.
- Familiarizarse con las técnicas de simulación y experimentación empleadas en la investigación.
- Conocer y aplicar las técnicas de interpretación y validación de los resultados de la actividad investigadora.

5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Como Trabajo Fin de Máster el estudiante realizará un trabajo de investigación dentro de esta línea de investigación. El campo de trabajo puede ser alguno de los desarrollados en esta línea (ver Presentación) o bien puede elegir uno distinto.

El tema del Trabajo y sus contenidos serán acordados previamente con el Equipo Docente. Con carácter general la elaboración del Trabajo abordará los siguientes aspectos:

- Selección y definición del campo específico de estudio.
- Análisis del estado del arte mediante revisión bibliográfica.
- Descripción del problema, definición de los objetivos del Trabajo y la metodología a utilizar.
- Descripción y justificación de la aportación.
- Discusión de resultados y comparación, en su caso, con los existentes en la literatura.
- Conclusiones.

6.EQUIPO DOCENTE

DATOS NO DISPONIBLES POR OBSOLESCENCIA

7.METODOLOGÍA

Para fijar los distintos aspectos que han de abordarse en el Trabajo se programarán una serie de seminarios presenciales.

El marco en el que se desarrollará el curso será el curso virtual. La plataforma utilizada actualmente en la UNED es WebCT. El curso virtual será la herramienta principal de comunicación entre los estudiantes y el equipo docente y de los estudiantes entre sí. A través de esta plataforma virtual el estudiante tendrá acceso a los siguientes elementos de apoyo:

1. El módulo de contenidos, donde se pondrá a disposición de los estudiantes los apuntes de la asignatura en los que se recogen los contenidos teóricos, las guías de estudio que recogen recomendaciones en la elaboración del Trabajo y toda la información necesaria actualizada.
2. Un calendario que servirá de referencia en el estudio de los distintos temas, indicando las fechas de los posibles seminarios.
3. Los foros de debate, en los que el estudiante podrá ir planteando las dudas que le vayan surgiendo en el desarrollo del Trabajo, y en los que recibirá las correspondientes aclaraciones por parte del equipo docente.
4. Enlaces de interés relacionados con el campo de trabajo.
5. Aplicaciones que permitan realizar implementaciones numéricas de casos sencillos.

8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
F688C4C08029839C95606558EC7985CA

ISBN(13): 9780070016859
Título: COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS: THE BASICS WITH APPLICATIONS (1995)
Autor/es: John D., Anderson, Jr. ;
Editorial: McGraw Hill

Buscarlo en libreria virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

9.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Comentarios y anexos:

- Aris, R., Vectors, Tensors, and the Basic Equations of Fluid Mechanics, Dover, 1962.
- Baker, A.J., Finite Element Computational Fluid Dynamics, Hemisphere, 1983.
- Batchelor, G.K., An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press, 1967.
- Crespo, A., Mecánica de fluidos, Sección de Publicaciones de la ETS de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 1997.
- Cuvelier, C., Segal, A. y Van Steenhoven, A.A., Finite Element Methods and Navier-Stokes Equations, Reidel, 1986.
- Ferziger, J.H., y Peric, M., Computational Methods for Fluid Dynamics, Segunda edición, Springer-Verlag, 1999.
- Fletcher, C.A.J., Computational Techniques for Fluid Dynamics, Vols. I y II, Springer-Verlag, 1991.
- Gresho, Ph.M., The Finite ElementMethod in Viscous Incompressible Flows, Lecture Notes in Engineering, Vol. 43, pp. 148-190, Springer, 1989.
- Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, John Wiley and Sons, Vols. 1 y 2, 1988.
- Hoffmann, K.A., y Chiang, S.T., Computational Fluid Dynamics, 4a Edición, Vols. I a III, Engineering Education Systems, 2000.
- Liñán, A., Mecánica de Fluidos, Publicaciones de la ETS de Ingenieros Aeronáuticos, 1967.
- Peyret, R., and Taylor, T.D., Computational Methods in Fluid Flow, Springer- Verlag, 1983.
- Pironneau, O., Finite Element Methods for Fluids, John Wiley and Sons, 1989.
- Wendt, J.F. (Editor), Computational Fluid Dynamics. An Introduction, Springer- Verlag, 1992.
- Wilcox, D.C., Turbulence Modeling for CFD, CDW Industries, Inc., La Cañada, California, 1994.

A continuación se presenta un listado de revistas científicas, dentro de las que se puede acceder desde la UNED, que el estudiante puede consultar:

- Annual review of fluid mechanics.
- Computers & fluids.
- Journal of computational physics.
- Journal of fluid Mechanics.
- Journal of fluids engineering.
- International journal for numerical methods in fluids.
- International Journal of Computational Fluid Dynamics.
- International journal of heat and fluid flow.
- International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow.
- Physics of Fluids.

10.RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
F688C4C080298 39C9560 6558EC7985CA

El Departamento dispone del código de propósito general FLUENT y ordenadores de cálculo, que permitirá llevar a cabo simulaciones para obtener resultados con los que comparar los obtenidos con los códigos desarrollados.

11.TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

La tutorización y el seguimiento de los aprendizajes se realizarán a través del curso virtual. También se pueden realizar consultas presenciales a los profesores del Equipo Docente en el siguiente horario:

D. Julio Hernández Rodríguez
Lunes, de 16,00 a 20,00 h.
Depto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales, despacho 1.45
Tel.: 91 398 64 24
Correo electrónico: jhernandez@ind.uned.es

D. Pablo Gómez del Pino
Lunes, de 16 a 20 h.
Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales. Despacho 1.39
Tel.: 91 398 79 87
Correo electrónico: pgomez@ind.uned.es

D. Claudio Zanzi
Lunes, de 16 a 20 h.
Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales. Despacho 1.42
Tel.: 91 398 89 13
Correo electrónico: czanzi@ind.uned.es

12.EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Se llevará a cabo una evaluación continua del Trabajo del estudiante mediante un seguimiento por parte del Equipo Docente de las distintas fases de elaboración del Trabajo. Una vez acabado el Trabajo, el estudiante hará exposición presencial de su contenido.

En la evaluación final del Trabajo se tendrán en cuenta los siguientes aspectos generales:

- Interés del Trabajo, en su conjunto y aportación del estudio;
- Complejidad del problema físico a estudiar;
- Coherencia, claridad y precisión de los objetivos planteados;
- Pertinencia y justificación de las hipótesis planteadas en el modelo;
- Adecuación, justificación y legitimación del diseño y desarrollo del estudio desde el punto de vista metodológico en el marco del área;
- Oportunidad, relevancia y actualidad de la bibliografía consultada;
- Otros criterios relacionados con la claridad formal y expositiva y la coherencia global del proyecto, tanto en su presentación escrita como en su defensa presencial o en línea.

13.COLABORADORES DOCENTES

Véase equipo docente.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
F688C4C080298 39C9560 6558EC7985CA