

MC.XIII Técnicas experimentales y numéricas aplicadas al flujo alrededor de vehículos

Este módulo se imparte durante el segundo cuatrimestre del curso en la Universidad de Málaga corresponde a la Especialidad III. *Aero-hidrodinámica de vehículos* y comprende las siguientes unidades docentes:

UDXIII.1 Simulación numérica del flujo alrededor de vehículos (3.5 ECTS)

UDXIII.2 Técnicas experimentales de medida y ensayo aplicadas (2.5 ECTS)

que se complementan entre sí, con objetivos, contenidos, métodos docentes y bibliografía específicos.

Objetivos del MC.XIII

Competencias genéricas

El alumno mejorará su capacidad de:

- manejar distintas tecnologías de control de sistemas en el ámbito de los sistemas hidráulicos así como diseñar e implementar modelos de las mismas.
- enfoque multidisciplinar de dicho planteamiento
- síntesis y difusión del trabajo y sus resultados, tanto por escrito como de forma oral, incluyendo técnicas de representación y exposición

Competencias específicas

El alumno profundizará en el conocimiento del modelado numérico de flujos alrededor de vehículos así como en el análisis crítico de los resultados obtenidos para su aplicación en el ámbito de la dinámica de flujos ambientales. Todo ello, con una integración conceptual multidisciplinar de las interacciones entre diferentes componentes y agentes.

Métodos docentes del MC.XIII

Cada unidad docente tiene su propia metodología de enseñanza diseñada según sus objetivos específicos y se imparte coordinada con las demás, de forma que el alumno avance en la materia de forma progresiva y lógica, habiendo adquirido los conocimientos complementarios necesarios, sin solapes ni saltos en el aprendizaje.

Seminarios

De forma periódica se organizan seminarios orientados a ampliar la visión ofrecida en la docencia habitual, a presentar los últimos avances científicos o casos prácticos de interés. Los seminarios los imparten profesores e investigadores de los grupos de investigación que participan en el programa oficial de posgrado, y profesionales o investigadores invitados.

Criterios de evaluación del MC.XIII

Cada unidad docente realizará una evaluación continua del alumno. La valoración de cada actividad se especifica en los criterios de evaluación de cada unidad docente.

La calificación final del módulo se realizará haciendo un promedio de las calificaciones de cada unidad docente, ponderadas según los ECTS asignados.

Los profesores propondrán exámenes específicos en aquellos casos en los que la evaluación continua no sea posible, o su resultado sea escaso.

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS POR UNIDADES DOCENTES

Los objetivos, contenidos, metodología docente, criterios de evaluación y bibliografía se detallan a continuación por unidades docentes.

UD XIII.1 Simulación numérica del flujo alrededor de vehículos (3.5 ECTS)

Objetivos de la UD XIII.1

Competencias específicas

El alumno sabrá/ comprenderá:

- En Gambit:
 - El uso de entidades punto, arista, caras y volúmenes.
 - Definición de geometrías en 2-D y en 3-D.
 - Elección de los elementos para mallar la geometría.
 - Definición de mallado de tipo Capa Límite.
 - Definición de funciones de tamaño para el mallado no uniforme de entidades.
 - Generación del mallado para la geometría a estudiar.
 - Estudio de la calidad del mallado y su mejora en caso de que sea muy pobre o existan elementos degenerados.
 - Identificación de las condiciones de contorno y de los medio continuos presentes en el modelo a estudiar.
 - Generar los ficheros de malla para su posterior lectura con Fluent.
- En Fluent:
 - Lectura de los ficheros generados por Gambit.
 - Chequeo del fichero cargado para garantizar su buen funcionamiento.
 - Reescalado de la geometría si fuera necesario.
 - Selección de métodos de discretización espacial y temporal de las ecuaciones.
 - Selección de los modelos laminares o turbulentos para el estudio que se va a llevar a cabo.
 - Carga de los fluidos de trabajo.
 - Asignación numérica de las condiciones de contorno.
 - Lectura de funciones generadas por el usuario.
 - Especificación de los factores de relajación para la integración de las ecuaciones.
 - Inicialización de las magnitudes fluidas.
 - Elección de las tolerancias para detener la simulación por convergencia.
 - Selección de monitores que informe de la evolución de la magnitud deseada en función de las iteraciones.
 - Puesta en marcha de la simulación.
 - Representación e interpretación de la información obtenida.

En concreto, el alumno será capaz de:

- Diseñar geoméricamente el modelo a estudiar.
- Proceder a su mallado y obtener uno que asegure resultados correctos.
- Identificar e imponer las condiciones de contorno en el modelo desarrollado.
- Seleccionar los modelos físicos y numéricos para el estudio.
- Proceder a la obtención de resultados.

- Valorar e interpretar los resultados obtenidos.

Contenidos de la UD XIII.1

Bloque I. Introducción a la Mecánica de Fluidos Computacional (MFC)

- Tema 1. La MFC como herramienta de investigación y diseño.
- Tema 2. Métodos basados en diferencias finitas
- Tema 3. Métodos de elementos finitos
- Tema 4. Introducción a los modelos turbulentos
- Tema 5. Introducción a las técnicas de mado

Bloque II. Simulación y diseño mediante códigos comerciales

- Tema 6. Introducción al uso de GAMBIT
- Tema 7. Introducción al uso de FLUENT
- Tema 8. Casos prácticos aplicados a vehículos

Métodos docentes de la UD XIII.1

Debido a que en esta asignatura se pretende inicializar al alumno en el uso de dos programas informáticos comerciales, Gambit y Fluent, la materia se impartirá mediante presentaciones en las que, con múltiples capturas de pantallas de los programas comentados, se irán comentando con todo detalle cada uno de los menús, botones, paneles y ventanas que aparecen en el uso normal de estos programas.

Con los tutoriales que se verán a lo largo del curso, se pretende mostrar al alumno el uso de estas herramientas con casos concretos, pasando por la definición de la geometría, la búsqueda de un mado con elevada calidad e identificación de las condiciones de contorno en Gambit, y por la lectura de ficheros desde Fluent, la cuantificación de las condiciones de contorno, la obtención de resultados y su visualización en Fluent.

Además, de cada una de las clases impartidas se grabarán un video y se pondrá en una dirección de internet para que el alumno pueda repetir la visualización de la clase cuantas veces desee.

Criterios de evaluación de la UD XIII.1

La evaluación se realiza mediante la elaboración por parte del alumno de un trabajo/informe en el que se estudiará de forma numérica el flujo alrededor de un vehículo que el propio alumno definirá. En dicho informe se discutirá acerca del comportamiento aerodinámico del vehículo en base a los resultados obtenidos. Además, se propondrán posibles mejoras sobre la forma del vehículo con el fin de mejorarla y reducir su resistencia aerodinámica.

La calificación final responde al siguiente baremo:

- Trabajo/informe realizado por el alumno: 80%.
- Asistencia a clase: 20%.

Bibliografía de la UD XIII.1

Bibliografía básica

1. D.A. Anderson, J.C. Tannehill y R.H. Pletcher, 1984, *Computation fluid mechanics and heat transfer*, (Hemisphere, Nueva York).
2. J.D. Anderson, JR., 1995, *Computational fluids dynamics. The Basics with applications*, (McGraw-Hill, Nueva York).
3. C. Canuto, M.Y. Hussaini, A. Quarteroni y T.A. Zang, 1988, *Spectral methods in fluid dynamics*, (Springer-Verlag, Nueva York).
4. T.J. Chung, 2002, *Computational Fluid Dynamics*, Cambridge University Press, Cambridge.

Bibliografía avanzada

5. J.H. Ferziger y M. Perie, 1996, Computational methods for fluids dynamics, (Springer, Nueva York).
 6. C.A.J. Fletcher, 1991, Computational techniques for fluid dynamics, volmenes I y II, (Springer-Verlag, Nueva York). Dispone también de un tercer volumen con soluciones a los problemas planteados, compilado por K. Srinivas y -C.A.J. Fletcher.
 7. Fluent 6.1, Getting started, 2003, Fluent Incorporated, Lebanon, NH, USA.
 8. Gambit 2.2, Getting started, 2004, Fluent Incorporated, Lebanon, NH, USA
 9. C.B. Laney, 1998, Computational gasdynamics (Cambridge University Press).
 10. D. Leutloff y R. C. Srivastava (editores), 1995, Computational fluids dynamics. Selected topics, (Springer, Berlín).
 11. J. Ortega Casanova y R. Fernández Feria, 2001, Apuntes de Mecánica de Fluidos Computacional. ETSI Industriales.
 12. R. Peyret (ed.), 1999, Handbook of computational fluid mechanics (Academic Press, Nueva York).
 13. R. Peyret y T.D. Taylor, 1983, Computational methods for fluid flow, (Springer-Verlag, Nueva York).
 14. P.J. Roache, 1998, Fundamentals of computational fluids dynamics, (Hermosa, Albuquerque).
- J.F. Wendt (ed.), 1992, Computational fluids dynamics. An introduction, (Springer-Verlag, Berlín).

UDXIII.2 Técnicas experimentales de medida y ensayo aplicadas (2.5 ECTS)

Objetivos de la UD XIII.2

Competencias específicas

El alumno sabrá/ comprenderá:

- manejar dispositivos de medida y ensayo experimental
- realizar un análisis y una síntesis experimental de un problema termofluidodinámico.
- organizar y planificar la toma de datos experimentales
- aplicar la informática al ámbito de estudio experimental
- resolver problemas prácticos de interés
- tomar decisiones sobre qué técnica experimental aplicar
- comunicarse con expertos del área experimental de Mecánica de fluidos, física aplicada y sistemas y automática
- razonar de una forma crítica los resultados experimentales
- utilizar programas informáticos (Labview y Matlab) para uso experimental
- manejar software especializado para la toma de datos experimentales

El alumno será capaz de:

- comparar resultados numéricos y experimentales
- decidir qué técnica experimental es la apropiada según la aplicación práctica
- Explicar los fundamentos teóricos de cada una de las técnicas de medida
- manejar la instrumentación de cada técnica de medida
- planificar la investigación básica o aplicada
- interaccionar con otros expertos del tema
- aplicar los conocimientos de matemáticas, física, química e ingeniería para resolver un caso práctico
- capturar datos con un soporte informático
- analizar los datos obtenidos

Contenidos de la UD XIII.2

Bloque I. Introducción

Tema 1. Medida de magnitudes fluidas.

Tema 2. Visualización de flujos.

Tema 3. Medidas cuantitativas presión

Tema 4. Medidas cuantitativas temperatura
Tema 5. Adquisición y procesamiento de datos

Bloque II. Túneles de ensayo
Tema 6. Túneles aerodinámicos
Tema 7. Túneles hidrodinámicos

Bloque III. Técnicas cuantitativas para la medida de la velocidad
Tema 8. Anemometría térmica
Tema 9. Anemometría láser (LDA)
Tema 10. Velocimetría por seguimiento de partículas.

Métodos docentes de la UD XIII.2

Se utilizan clases teóricas y prácticas (2 horas semanales), así como tutorías especializadas individuales para el seguimiento del temario. A medida que avanza la asignatura se elaborará una memoria de prácticas con distintas cuestiones. Se contempla la posibilidad de realizar un seminario en el que el alumno exponga los resultados obtenidos.

Asimismo, se distribuyen artículos de impacto de revistas especializadas sobre los temas desarrollados (Journal Fluid Mechanics, Phys. Fluids, Experiment in Fluids, etc.).

El curso se complementa y evalúa con los ensayos realizados en el laboratorio y la discusión de los resultados e informes realizados.

Criterios de evaluación de la UD XIII.2

La evaluación se realizará sobre la memoria
La calificación final responde al siguiente baremo:

- Sesiones de control y caso práctico sobre conocimientos (mínimo el 50%)
- Prácticas en el laboratorio (obligatoria), memoria de resultados (hasta 30 %)
- Asistencia a clase (hasta 20%)

Bibliografía de la UD XIII.2

Bibliografía básica

- R.P. Benedict, 1984, *Fundamentals of temperature, pressure, and flow measurements*, (John Wiley & Sons, Nueva York, 3ª edición).
- H.H. Bruun, 1995, *Hot-wire anemometry*, (Oxford University Press, Nueva York).
- F. Durst, A. Melling y J.H. Whitelaw, 1981, *Principles and practice of laser-doppler anemometry*, (Academic Press, Nueva York, 2ª edición).
- R.J. Goldstein (ed.) 1983, *Fluid mechanic measurements* (Hemisphere, Nueva York).
- J.P. Holman, 1994, *Experimental methods for engineers*, (McGraw-Hill, Nueva York, sexta edición, Edición internacional).

Bibliografía avanzada

- A.M. Lázaro, J. del Río Fernández, 2005, LabVIEW7.1: programación gráfica para el control de instrumentación (Thomson, cop., Madrid).
- H.W. Liepmann y A. Roshko, 1957, *Elements of gas dynamics* (John Wiley & Sons, Nueva York).
- M. Luengo García, 1998, *Caracterización de un vórtice confinado mediante la técnica LDA*, Proyecto fin de carrera, E.T.S.I. Industriales, Universidad de Málaga.
- W. Merzkirch, (ed.) 1987, *Fluid visualization*, (Academic Press, Orlando; 2ª edición).
- F.T.M. Nieuwstadt (ed.) 1993, *Flow visualization and image analysis*, (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht).
- M. Raffel y otros, 1998, *Particle image velocimetry. A practical guide*, (Springer, New York).
- L. Rosenhead (ed.) 1988, *Laminar boundary layers*, (Dover, Nueva York).

- D.N. Roy, 1988, *Applied fluid mechanics*, (Ellis Horwood, Chichester).