



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

EXPTE-UNC:0021570/2017

VISTO:

El presente expediente por el cual el Departamento AERONÁUTICA solicita autorización para el dictado de la asignatura optativa MECÁNICA DE LOS FLUIDOS COMPUTACIONAL para la Carrera de INGENIERÍA AERONÁUTICA; y

CONSIDERANDO:

Que cuenta con el Visto Bueno de la Secretaría Académica Área Ingeniería;

Lo aconsejado por la Comisión de ENSEÑANZA;

EL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

RESUELVE:

Art. 1º).- Autorizar el dictado de la asignatura optativa MECÁNICA DE LOS FLUIDOS COMPUTACIONAL para la Carrera de INGENIERÍA AERONÁUTICA, según programa que como ANEXO I se adjunta a la presente Resolución.

Art. 2º).- Designar como docentes de dicha asignatura a los siguientes Profesores, quienes asumirán esta tarea como Carga Anexa a sus funciones:

- Dr. Ing. Gustavo KRAUSE (Leg: 51293) Profesor encargado
- Dr. Ing. Andrés CIMINO (Leg: 45727)
- Dr. Ing. Juan Pablo SALDÍAS (Leg: 45297)

Art. 3º).- Asignar para el dictado de la asignatura el 10º semestre de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

EXPTE-UNC:0021570/2017

Art. 4º). - Dese al Registro de Resoluciones, comuníquese al Departamento Aeronáutica, a la Secretaría Académica Área Ingeniería, al Área Oficialía, al Área de Apoyo Administrativo a la Función Docente y archívese. DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL H. CONSEJO DIRECTIVO EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA, A LOS VEINTITRÉS DÍAS DEL MES DE JUNIO DEL AÑO DOS MIL DIECISIETE.

Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA



Agter. Ing. PABLO G. RECABARREN
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba

RESOLUCION N° 460 -H-C.D.-2017.-

IL VISADO

N. G. FACULTAD DE C.E.F.Y.N.

AREA OPERATIVA



UNC

Universidad
Nacional
de Córdoba

FCEPyN

DA

Departamento
de Aeronáutica

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina		Programa de: Mecánica de Fluidos Computacional	
		Código:	
Carrera: <i>Ingeniería Aeronáutica</i> Escuela: <i>Ingeniería Mecánica Aeronáutica</i> Departamento: <i>Aeronáutica</i>		Plan: <i>232-05</i> Carga Horaria: <i>72</i> Semestre: <i>Décimo</i> Carácter: <i>Optativa</i> Bloque: <i>Tecnologías Aplicadas</i>	Puntos: <i>3</i> Hs. Semanales: <i>4,5</i> Año: <i>Quinto</i>
Objetivos: <i>Introducir al alumno a las técnicas de resolución numérica en problemas de mecánica de fluidos, en particular el Método de Volúmenes Finitos aplicado tanto a flujos incompresibles como compresibles.</i>			
Programa Sintético: 1. <i>Ecuaciones de gobierno y conceptos fundamentales.</i> 2. <i>Introducción general a las técnicas de discretización numérica de Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales</i> 3. <i>Método de volúmenes finitos para flujos incompresibles.</i> 5. <i>Introducción a la simulación numérica de flujos compresibles.</i>			
Programa Analítico: de foja 2 a foja 3.			
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .			
Bibliografía: de foja 4 a foja 4.			
Correlativas Obligatorias: <i>Métodos numéricos, Dinámica de Gases I</i>			
Correlativas Aconsejadas:			
Rige: 2017			
Aprobado HCD, Res.:		Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.:	
Fecha:		Fecha:	
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .			
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:			



PROGRAMA ANALITICO

1 LINEAMIENTOS GENERALES

El curso tiene como objetivo principal brindar una introducción general a los métodos de solución numérica de las ecuaciones de gobierno del movimiento de fluidos, haciendo especial énfasis en el método de volúmenes finitos aplicado a flujos tanto incompresibles como compresibles. Se pretende dotar al alumno de los conocimientos básicos y necesarios para poder introducirse en el uso y/o desarrollo de software en la disciplina de la Mecánica de Fluidos Computacional, adquiriendo en el proceso una actitud crítica hacia el rango adecuado de aplicabilidad y las limitaciones inherentes de toda modelización física y numérica. Al final del curso el alumno deberá ser capaz de interpretar el proceso de discretización de las ecuaciones de la Mecánica de Fluidos, analizando las distintas formas de implementación y las propiedades de estabilidad y convergencia de los esquemas utilizados.

METODOLOGIA DE ENSEÑANZA

El principio básico de la metodología del Curso es considerar que el alumno debe ser parte activa de la enseñanza, y la misión principal del Profesor es enseñar a pensar e imaginar, a crear e inventar. La experiencia docente demuestra que la mejor manera de aprender es practicando, y consecuentemente es esencial que los problemas presentados en la Guía de Trabajos Prácticos sean resueltos, siguiendo el Procedimiento indicado para la Resolución de Problemas. La resolución de problemas es de fundamental importancia para desarrollar y perfeccionar habilidades y recursos que permitan al alumno encarar el planteo y desarrollo de un problema, y arribar a una solución exitosa y confiable de ingeniería.

Para el aprovechamiento óptimo del tiempo disponible para el desarrollo del Curso, es importante que el alumno concurra a las clases con los temas a tratar previstos en el Programa Calendario, ya estudiados. La clase no debe ser utilizada por el Profesor para una simple lectura y repetición textual de los temas. Por el contrario, se debe utilizar para realizar una síntesis de los principios básicos, presentar las ecuaciones y expresiones generales, las hipótesis en las que se basan y las limitaciones para su aplicación, incentivando el debate y la discusión mediante la introducción de escenarios y experiencias propias.

Las clases impartidas son del tipo teórico-práctico, con una fuerte orientación hacia el uso de la computadora en la resolución de los problemas y en la correcta interpretación de los conceptos estudiados.

1 EVALUACION

A los fines de que el alumno demuestre el conocimiento de las competencias y habilidades adquiridas durante el cursado de la materia, las condiciones para la Promoción o Regularización de la materia son las siguientes:

2 Condiciones para la promoción de la materia

1. Tener aprobadas las materias correlativas.-
2. Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.-



3. Aprobar la totalidad de los trabajos prácticos exigidos con una calificación no inferior a cuatro en las fechas estipuladas.-

4. Presentar y aprobar un (1) Proyecto Final, el cual será defendido en forma oral al final del cursado de la materia.-

5. Aprobar un (1) Coloquio Integrador con calificación no inferior a cuatro. Este Coloquio será de carácter eliminatorio, aun cuando se tengan aprobadas las otras exigencias de la materia.-

6. En caso de que el alumno no alcance a obtener una calificación superior o igual a cuatro en el Coloquio final integrador o en alguno de los trabajos prácticos obligatorios, tiene derecho a presentar una prueba de recuperación para el coloquio y rehacer los trabajos prácticos desaprobados o no entregados, siempre que éstos no superen el 20% de la totalidad de los trabajos prácticos exigidos. Las notas obtenidas en el/los recuperatorios deberán ser iguales o superiores a cuatro, y reemplazarán a las del examen o a el/los trabajos prácticos desaprobados en primera instancia.-

7. La calificación final se obtendrá como el promedio aritmético de la suma de las calificaciones de los siguientes ítems:

↗ Una (1) nota de los Trabajos Prácticos (promedio aritmético de todos ellos)

↗ Una (1) nota de Proyecto Final

↗ Una (1) nota del Coloquio Integrador

Para la resolución de los trabajos prácticos, los alumnos podrán hacer uso de libros, apuntes, manuales, notas de clases, como asimismo de toda información técnica que se requiera para la resolución de los problemas.

3 Condiciones para la Regularización de la materia

Los alumnos que hayan aprobado el 80% de los trabajos prácticos obligatorios y el Proyecto final integrador, y que hayan cumplido con el 80% de la asistencia a las clases dictadas, quedarán en condición de Alumno Regular.



5 CONTENIDOS TEMATICOS

Unidad 1. Ecuaciones de gobierno y conceptos fundamentales.

Ecuaciones de gobierno del movimiento de fluidos. Conservación de la masa, momento y energía. Ecuación de estado. Ecuaciones de Navier-Stokes (NS) para un fluido newtoniano. Forma diferencial, integral y conservativa de las ecuaciones de gobierno. Condiciones de contorno físicas de las ecuaciones de NS. Introducción general a los métodos de discretización numérica de las ecuaciones de NS: método de diferencias finitas, método de elementos finitos, método de volúmenes finitos y métodos espectrales.

Unidad 2. Introducción general a las técnicas de discretización numérica de Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales

Ecuaciones en derivadas parciales (EDPs). Clasificación según la naturaleza física del problema y según sus propiedades matemáticas. Aplicación a las ecuaciones de NS. Discretización por Diferencias Finitas. Error de truncamiento y redondeo. Esquemas descentrados y centrados. Condiciones de borde. Consistencia, estabilidad y convergencia. Teorema de Lax. Integración temporal. Esquemas explícitos e implícitos. Análisis de estabilidad de Von Neumann. Aplicación de esquemas a ecuaciones de interés: Ec. de la onda, Ec. de Laplace, Ec. lineal de convección difusión reacción.

Unidad 3. Métodos de volúmenes finitos para flujos incompresibles

Introducción al problema del acoplamiento velocidad-presión en flujos incompresibles. Discretización de la ecuación de momento. Concepto de malla staggered. El algoritmo SIMPLE. Ecuación de Poisson para la corrección de la presión. Extensiones del algoritmo SIMPLE: el algoritmo PISO. Implementación y ejemplos del algoritmo SIMPLE y PISO. Aplicación a la solución de flujos estacionarios unidimensionales y bidimensionales. Extensión del algoritmo SIMPLE y PISO a problemas transitorios. Solución de flujos estacionarios mediante integración temporal transitoria.

Unidad 4. Introducción a la simulación numérica de flujos compresibles.

Ecuaciones de gobierno de flujos compresibles. Sistema de ecuaciones de Euler: forma integral y conservativa. Formulación en variables características. Ondas de expansión, choque y discontinuidades de contacto. El problema de Riemann de las ecuaciones de Euler. Métodos tipo upwind de primer orden: método de Godunov, método de Roe. Métodos tipo flux vector splitting: método de Van Leer, método de Liou-Steffen. Métodos de segundo orden: reconstrucción MUSCL. Tratamiento de condiciones de borde.



2 LISTADO DE ACTIVIDADES PRACTICAS Y/O DE LABORATORIO

3

1. Actividades Prácticas

Se prevé la realización de cinco (5) trabajos prácticos obligatorios correspondientes a cada una de las unidades detalladas en el programa de estudio de la asignatura. Los mismos deberán ser presentados antes de las fechas estipuladas sin excepción, de lo contrario serán desaprobados automáticamente.

2. Actividades de Proyecto y diseño

Se prevé la realización de un proyecto final que integre los contenidos desarrollados en la materia. El mismo es de carácter obligatorio y deberá ser presentado antes de la finalización de la materia, de lo contrario el alumno perderá la posibilidad de promoción.

DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	40
FORMACIÓN PRACTICA:	
o FORMACIÓN EXPERIMENTAL	
o RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	20
o ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	12
o PPS	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	72

1 DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACION TEÓRICA	30
PREPARACION PRACTICA	
o EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	
o EXPERIMENTAL DE CAMPO	
o RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	30
2 PROYECTO Y DISEÑO	20
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	80



4 BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Básica

- J. Tu, G. Yeoh, C. Liu. *Computational Fluid Dynamics: A Practical Approach*. 2nd. Edition. Elsevier (2013).
- H. Versteeg, W. Malalasekera. *An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method*. Pearson Education Limited (2007).
- R. H. Pletcher, D. A. Anderson, J. C. Tannehill. *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*. 3rd Edition. CRC Press (2013)
- C. B. Laney. *Computational Gas Dynamics*. Cambridge University Press. (1998)

Bibliografía Complementaria

- P Wesseling. *Principles of Computational Fluid Dynamics*. Springer (2001).
- J. Blazek. *Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications*. 3rd Edition. Butterworth Heinemann (2015).
- D. D. Knight. *Elements of Numerical Methods for Compressible Flows*. Cambridge Aerospace Series (2006)



Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA




Mgter. Ing. PABLO G. RECABARREN
DECANO
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba