

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias / Sistemas Dinámicos

CRÉDITOS: 6 ECTS.

PROFESOR/A COORDINADOR/A: Óscar López Pouso (oscar.lopez@usc.es)

UNIVERSIDAD DESDE LA QUE IMPARTE EL PROFESOR/A COORDINADOR/A: USC.

¿HA DADO O VA A DAR AUTORIZACIÓN PARA GRABAR LAS CLASES DE ESTA ASIGNATURA? Sí.

PROFESOR 1:

UNIVERSIDAD DESDE LA QUE IMPARTE EL PROFESOR/A:

¿HA DADO O VA A DAR AUTORIZACIÓN PARA GRABAR LAS CLASES DE ESTA ASIGNATURA?

CONTENIDOS:

- I. MÉTODOS NUMÉRICOS PARA PROBLEMAS DE VALOR INICIAL ASOCIADOS A ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS (EDO):
 1. Concepto de problema de valor inicial (PVI) para EDO. Idea de solución numérica de un PVI.
 2. Comandos MATLAB® para la resolución de PVI.
 3. Definición de convergencia y de orden de convergencia. Error de discretización y error de redondeo; efecto del error de redondeo sobre la convergencia.
 4. Descripción de los métodos de Euler: explícito e implícito.
 5. Métodos de orden alto:
 - a. Métodos de un paso no lineales: métodos Runge-Kutta (RK).
 - b. Métodos lineales multipaso (MLM):
 - i. Concepto de MLM. Arranque. Teorema del orden.
 - ii. MLM basados en integración numérica:
 - Métodos Adams-Bashforth.
 - Métodos Adams-Moulton.
 - Métodos Nyström.

- Métodos Milne-Simpson.
- iii. MLM basados en derivación numérica: métodos BDF.

II. SISTEMAS DINÁMICOS:

1. Sistemas dinámicos lineales.
 - a. Campos vectoriales lineales.
 - b. Cálculo de la exponencial de una matriz. Forma canónica de Jordan.
 - c. Teorema fundamental de existencia y unicidad de solución para sistemas lineales.
 - d. Subespacios invariantes: espacios estable, inestable y central.
2. Teoremas básicos relativos a la teoría general de ecuaciones diferenciales.
 - a. El teorema fundamental de existencia y unicidad de solución. Dependencia con respecto a las condiciones iniciales y parámetros.
 - b. El problema de la prolongación de soluciones. Soluciones maximales.
 - c. Flujo asociado a un campo diferencial. Puntos singulares y puntos regulares. Órbitas. Conjuntos α -límite y ω -límite.
3. Teoría local.
 - a. Estabilidad de Liapunov. Funciones de Liapunov.
 - b. Conceptos de equivalencia y conjugación topológica. Estabilidad estructural.
 - c. El teorema de las variedades invariantes.
 - d. Teorema de Hartman-Grobman.
 - e. Sistemas gradiente y sistemas hamiltonianos.
4. Teoría global.
 - a. El concepto de ciclo límite.
 - b. Circuitos eléctricos. Sistemas de Liénard. La ecuación de Van der Pol.
 - c. La aplicación de Poincaré.

METODOLOGÍA:

1. Planificación de los contenidos de cada clase.
2. Explicación en pizarra (lección magistral) o equivalente mediante el empleo de videoconferencia.
3. Programación en el ordenador de algunos métodos.

IDIOMA: Castellano.

¿SE REQUIERE PRESENCIALIDAD? No.

BIBLIOGRAFÍA:

I. MÉTODOS NUMÉRICOS PARA PROBLEMAS DE VALOR INICIAL ASOCIADOS A ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS (EDO):

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. ASCHER, URI M.; PETZOLD, LINDA R. (1998) Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Equations. SIAM, Philadelphia, PA.
2. HAIRER, ERNST; NØRSETT, SYVERT PAUL; WANNER, GERHARD (1987) Solving Ordinary Differential Equations I. Nonstiff Problems. Springer, Berlin.
3. ISAACSON, EUGENE; KELLER, HERBERT BISHOP (1994, reimpresión corregida) Analysis of Numerical Methods. Dover Publications, New York, NY. [Edición original: 1966 en Wiley.]
4. ISERLES, ARIEH (2008, segunda edición) A first course in the numerical analysis of differential equations. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press, Cambridge. [Primera edición: 1997.]
5. LAMBERT, JOHN DENHOLM (1991) Numerical Methods for Ordinary Differential Systems. Wiley, Chichester.
6. STOER, JOSEF; BULIRSCH, ROLAND (2002, tercera edición) Introduction to Numerical Analysis. Springer, New York, NY. [Primera edición: 1980.]

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. BUTCHER, JOHN CHARLES (2008, segunda edición) Numerical Methods for Ordinary Differential Equations Wiley, Chichester. [Primera edición: 2003.]
2. CROUZEIX, MICHEL; MIGNOT, ALAIN L. (1989, segunda edición) Analyse Numérique des Équations Différentielles. Masson, Paris. [Primera edición: 1984.]
3. DEKKER, KEES; VERWER, JAN G. (1984) Stability of Runge-Kutta Methods for Stiff Nonlinear Differential Equations. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.
4. HAIRER, ERNST; WANNER, GERHARD (1991) Solving Ordinary Differential Equations II. Stiff and Differential-Algebraic Problems. Springer, Berlin.
5. HENRICI, PETER (1962) Discrete Variable Methods in Ordinary Differential Equations. Wiley, New York, NY.
6. KINCAID, DAVID RONALD; CHENEY, ELLIOT WARD (2002, tercera edición) Numerical Analysis. Brooks/Cole, Pacific Grove, CA. [Primera edición: 1991.]
7. LAMBERT, JOHN DENHOLM (1973) Computational Methods in Ordinary Differential Equations. Wiley, London.
8. QUARTERONI, ALFIO; SACCO, RICCARDO; SALERI, FAUSTO (2007, segunda edición) Numerical Mathematics. Springer, New York, NY. [Primera edición: 2000.]

II. SISTEMAS DINÁMICOS:

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. PERKO, LAWRENCE (2000, tercera edición). Differential Equations and Dynamical Systems. Texts in Applied Mathematics 7. Springer.
2. HIRSCH, MORRIS W.; SMALE, STEPHEN (1974). Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra. Pure and Applied Mathematics. Academic Press.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. GUCKENHEIMER, JOHN; HOLMES, PHILIP (1983). Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields. Springer-Verlag New York.
2. HALE, JACK K.; KOÇAK, HÜSEYİN (1991). Dynamics and Bifurcations. Springer-Verlag, New York.
3. HAIRER, ERNST; NØRSETT, SYVERT PAUL; WANNER, GERHARD (1987) Solving Ordinary Differential Equations I. Nonstiff Problems. Springer, Berlin.

COMPETENCIAS:

Básicas y generales:

CG1: Poseer conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial.

CG4: Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades;

CG5: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado.

Específicas:

CE3: Determinar si un modelo de un proceso está bien planteado matemáticamente y bien formulado desde el punto de vista físico.

De especialidad "Modelización":

CM1: Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos.

Las competencias anteriores, así como las descritas en la página 8 de la memoria de la titulación en el enlace

https://www.usc.gal/export9/sites/webinstitucional/gl/servizos/sxopra/memorias_master_USC/P4151_Master_Matematica_Industrial_memoria_def.pdf,

se trabajan en clase y se evalúan según el sistema descrito en el apartado dedicado a criterios de evaluación.

¿SE VA A USAR ALGÚN TIPO DE PLATAFORMA VIRTUAL? Sí. Campus Virtual USC (Moodle).

¿SE NECESITA ALGÚN SOFTWARE ESPECÍFICO? Sí. MATLAB y MAPLE.

CRITERIOS PARA LA 1.ª OPORTUNIDAD DE EVALUACIÓN:

Las competencias CG1, CG4 y CG5, así como la CE3 y la CM1, se evalúan mediante el proceso que se describe a continuación:

Para superar la asignatura será obligatorio entregar los ejercicios y las prácticas de programación encargadas por los profesores en los plazos que estos marquen. La calificación final resultará de un examen escrito en el que:

- Cada una de las dos partes de la asignatura, es decir, Métodos Numéricos para EDO por un lado y Sistemas Dinámicos por otro, tienen un peso del 50% en la nota final.
- La parte del examen dedicada a Métodos Numéricos para EDO reserva un 30% de su valor para preguntas relacionadas con las prácticas de programación.

La asistencia o no asistencia a las clases no tendrá incidencia alguna en la calificación.

CRITERIOS PARA LA 2.ª OPORTUNIDAD DE EVALUACIÓN:

Los mismos que para la primera oportunidad de evaluación.

COMENTARIOS:

Los profesores están dispuestos a impartir las clases en inglés.

El orden en que se explican las dos partes de la asignatura, es decir, Métodos Numéricos para EDO por un lado y Sistemas Dinámicos por otro, se dará a conocer a comienzos de cada curso.

PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE EMERGENCIA SANITARIA:

Se mantendrá activo el curso virtual de la plataforma de la USC. Será responsabilidad del estudiante el comprobar que tiene acceso a dicho curso, y, de no ser así, hacérselo saber al profesor.

De ser preciso, el profesor se encargará de facilitar a los estudiantes los apuntes u otra bibliografía adecuada para que puedan preparar la asignatura y llevar a cabo las tareas que se les encomienden.

Se continuará con las clases por medio de videoconferencia siempre que sea posible.

En caso de que sea posible acceder a los centros, pero que haya un aforo limitado que impida la presencia en clase de todos los alumnos, se establecerán turnos para las clases. Estas clases se usarán para resolver dudas y explicar las partes más difíciles de la asignatura. Además de las prácticas de programación para la parte de EDO, se les pedirá a los alumnos la entrega de ejercicios de la parte de SD. En conjunto, la suma de ambas tareas (que es la "evaluación continua") tendrá un peso del 30% en la calificación final. Se mantendrá el examen final escrito, que será realizado también en turnos si es necesario, y que tendrá un peso del 70% en la calificación final.

En caso de cierre de instalaciones, se seguirá con el mismo modelo docente que se describe en el párrafo anterior, pero las clases serán seguidas por los alumnos desde sus domicilios. En cuanto al modelo de evaluación, los alumnos recibirán tareas que deberán entregar dentro del plazo que el profesor establezca. Esas tareas deberán ser realizadas en grupos que el profesor se encargará de crear. La calificación final resultará de la evaluación de dichas tareas. El profesor se reserva el derecho, no obstante, de realizar sesiones telemáticas de evaluación sobre las tareas encargadas.

Pueden darse diferentes combinaciones de las situaciones que se describen arriba. En tales casos, el profesor, de acuerdo con la Comisión Académica del M2i, hará saber en cada momento a los estudiantes cuál es el sistema docente y el de evaluación, teniendo en cuenta que siempre habrá un examen final escrito si es posible realizarlo, y que la evaluación continua, en casos de emergencia sanitaria, tendrá un peso no inferior al 30% en la calificación final.

Para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas será de aplicación lo recogido en la "Normativa de evaluación de rendimiento académico de los estudiantes y de revisión de calificaciones" de la USC.