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: Jerónimo Rodríguez García (jeronimo.rodriguez@usc.es)

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

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

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. <u>SISTEMAS DINÁMICOS</u>:

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, HÜSEYIN (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

http://www.usc.es/export/sites/default/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.