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? Si

---

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? Si

---

CONTENIDOS:

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

1. Concepto de problema de valor inicial para EDO. Concepto de método numérico para aproximar la solución de ese problema.

2. Descripción de los métodos de Euler: explícito e implícito.

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. Concepto de método de varios pasos o método multipaso, frente al de método de un paso. Para los métodos multipaso: concepto de arranque, de método de arranque y teorema del orden del método de arranque.

5. Métodos de un paso no lineales de orden alto: familia de métodos Runge Kutta (RK) (descripción).

6. Métodos lineales multipaso (MLM) de orden alto (descripción):

   a. MLM basados en cuadratura numérica:

      i. Familia de métodos de Adams Bashforth.

ii. Familia de métodos de Adams Moulton.

iii. Familia de métodos de Nyström.

iv. Familia de métodos de Milne Simpson.

b. MLM basados en derivación numérica: métodos BDF.

7. Comandos MATLAB® para la resolución de EDO.

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. Teorema de Poincaré Bendixon.

c. Circuitos eléctricos. Sistemas de Lienard. La ecuación de Van der Pol.

d. La aplicación de Poincaré.

5. Introducción a la teoría de la bifurcación.

a. Bifurcaciones elementales: bifurcación silla nodo, bifurcación transcrítica, bifurcación de tipo pitchfork, histéresis.

b. Bifurcación de Hopf.

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 PARA ASISTIR A LAS CLASES? No se requiere presencialidad.

BIBLIOGRAFÍA:

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

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. HENRICI, PETER (1962) Discrete Variable Methods in Ordinary Differential Equations. Wiley, New York, NY.
4. ISAACSON, EUGENE; KELLER, HERBERT BISHOP (1994, reimpresión corregida) Analysis of Numerical Methods. Dover Publications, New York, NY. [Edición original: 1966 en Wiley].
5. LAMBERT, JOHN DENHOLM (1991) Numerical Methods for Ordinary Differential Systems. Wiley, Chichester.
6. STOER, JOSEF; BULIRSCH, ROLAND (1993, segunda edición) Introduction to Numerical Analysis. Springer, New York, NY. [Primera edición: 1980].

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. BUTCHER, JOHN CHARLES (2003) Numerical Methods for Ordinary Differential Equations. Wiley, Chichester.
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. KINCAID, DAVID RONALD; CHENEY, ELLIOT WARD (1991) Numerical Analysis. Brooks/Cole, Pacific Grove, CA.

6. LAMBERT, JOHN DENHOLM (1973) Computational Methods in Ordinary Differential Equations. Wiley, London.

7. QUARTERONI, ALFIO; SACCO, RICCARDO; SALERI, FAUSTO (2000) Numerical Mathematics. Springer, New York, NY.

II. SISTEMAS DINÁMICOS:

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Lawrence Perko. Differential Equations and Dynamical Systems. Texts in Applied Mathematics 7. Springer. Third edition. 2000.

2. Morris W. Hirsch, Stephen Smale. Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra. Pure and Applied Mathematics. Academic Press. 1974.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. John Guckenheimer, Philip Holmes. Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields. Springer-Verlag New York. 1983.

2. Jack K. Hale, Hüseyin Koçak. Dynamics and Bifurcations. Springer-Verlag New York. 1991.

3. Richard H. Enns, George C. McGuire. Computer Algebra Recipes. An Advance Guide to Scientific Modeling. Springer. 2007.

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.

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

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

CRITERIOS PARA LA 1ª OPORTUNIDAD DE EVALUACIÓN:

Se propondrán ejercicios y prácticas que serán presentados y evaluados contribuyendo al 30% de la calificación. Se realizará también un examen a todos los estudiantes que supondrá el restante 70% de la calificación final.

El profesor entrevistará personalmente a los estudiantes para evaluar los ejercicios y los trabajos de programación.

CRITERIOS PARA LA 2ª OPORTUNIDAD DE EVALUACIÓN:

Los mismos que para la primera oportunidad de evaluación.

COMENTARIOS: Los profesores están dispuestos a impartir las clases en inglés.