MODULO DE FORMACIÓN BÁSICA

Métodos Numéricos y Programación

UNIVERSIDADES DESDE LA QUE SE IMPARTE: Universidad de A Coruña, Universidad de Santiago de Compostela

CRÉDITOS: 6 créditos ECTS

PROFESOR/A COORDINADOR/A: Francisco José Pena Brage (fran.pena@usc.es)

PROFESOR 1: José Antonio García Rodríguez (jagrodriguez@udc.es)

PROFESOR 2: Duarte Santamarina Ríos (duarte.santamarina@usc.es)

CONTENIDOS:

Parte I: Iniciación a la programación

1. Introducción al Matlab; comandos y funciones básicas.

2. Vectores y Matrices en Matlab. Tratamiento de matrices dispersas. Representaciones gráficas.

3. Ficheros .m y programación. Estructuras de datos en Matlab.

4. Introducción al Fortran 90: tipos de datos y control de flujo.

5. “Arrays” en Fortran 90. Procedimientos, módulos e interfaces.

6. Entrada/salida de datos en Fortran 90.

Parte II. Métodos numéricos

7. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones lineales: Condicionamiento de un sistema de ecuaciones lineales. Métodos directos: LU, LL^t, LDL^t y QR. Métodos iterativos clásicos: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR y SSOR. Criterios de convergencia.

8. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales: Revisión de los métodos de resolución de ecuaciones no lineales. Iteración de punto fijo. Método de Newton. Consideraciones computacionales.

9. Interpolación, derivación e integración numéricas: Interpolación de Lagrange. Interpolación de Hermite. Efecto Runge. Aproximación por splines. Derivación numérica de tipo interpolatorio polinómico. Cuadratura numérica de tipo interpolatorio polinómico. Fórmulas de Newton-Cotes. Fórmulas de Gauss. Cuadratura compuesta.

METODOLOGÍA:

Los conceptos se introducirán mediante lección magistral. Los alumnos realizarán de forma guiada pequeños programas informáticos como introducción a la programación y realizarán trabajos por sí mismos como refuerzo de los conocimientos.

Se propondrán trabajos relacionados con los métodos numéricos a los alumnos para que profundicen sobre diferentes aspectos de los métodos estudiados.

EVALUACIÓN:

Se tendrán en cuenta los trabajos realizados, teóricos y prácticos (50% de la calificación), y los exámenes (50% restante). Es necesario superar ambas partes para aprobar la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA:

Bibliografia básica:

T. Aranda, J.G. García, Notas sobre Matlab. Universidad de Oviedo, Servicio de Publicaciones, 1999.

J.F. Epperson. An introduction to numerical methods and analysis. Edición revisada. John Wiley & Sons, 2007.

M. Metcalf, J.K. Reid. Modern Fortran Explained Oxford University Press, 2011.

Bibliografía complementaria:

S.J. Chapman, Fortran 90/95 for scientists and engineers. WCB/McGraw-Hill, 2004.

P.G. Ciarlet. Introducción á análise numérica matricial e á optimización. Universidade de Santiago, 2011.

J.D. Faires, R. Burden. Análisis Numérico. Thomson 2011.

G.H. Golub, C.F. van Loan. Matrix Computations. John Hopkins, University Press, 1996.

Guía de programación en Matlab de MathWorks: http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/matlab_prog/matlab_prog.html

D.C. Hanselman, B.L. Littlefield. Mastering Matlab 7. Prentice Hall, 2004.

J.A. Infante del Río, J.M. Rey Cabezas. Métodos numéricos: teoría, problemas y prácticas con Matlab.Piramide, 2007.

C.T. Kelley. Solving Nonlinear Equations with Newton's Method. SIAM, 2003.

D. Kincaid, W. Cheney. Análisis numérico. Las matemáticas del cálculo cienífico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.

J.H. Mathews, K.D. Fink. Métodos Numéricos con Matlab. Prentice Hall , 2000.

M. Metcalf, J.K. Reid. Fortran 90/95 explained. Oxford University Press, 1999.

W.H. Press. Numerical Recipes in Fortran 90: Volume 2. Cambridge University Press, 1996.

A. Quarteroni, F. Saleri. Cálculo Científico con MATLAB y Octave. Springer, 2006.

J.M. Viaño, M. Burguera. Lecciones de métodos numéricos. 3.- Interpolación. Tórculo Edicións, 1999.

J.M. Viaño. Lecciones de métodos numéricos. 2.- Resolución de ecuaciones numéricas. Tórculo Edicións, 1997.

VIDEOAPUNTES: Si

PLATAFORMA: Si

SOFTWARE: Si

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias / Sistemas Dinámicos

UNIVERSIDADES DESDE LA QUE SE IMPARTE: Universidad de Santiago de Compostela

CRÉDITOS: 6 créditos ECTS

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

PROFESOR 1: Jerónimo Rodríguez García (jeronimo.rodriguez@usc.es)

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. Conjunto 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 encerado (lección magistral) o equivalente mediante el empleo de videoconferencia.

3. Programación en el ordenador de algunos métodos.

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.

BIBLIOGRAFÍA:

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

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

Ascher, U. M.; Petzold, L. R. (1998), Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Equations. SIAM, Philadelphia, PA.

Hairer, E.; Nørsett, S. P.; Wanner, G. (1987), Solving Ordinary Differential Equations I. Nonstiff Problems. Springer, Berlin.

Henrici, P. (1962), Discrete Variable Methods in Ordinary Differential Equations. Wiley, New York, NY.

Isaacson, E.; Keller, H. B. (1994, reimpresión corregida), Analysis of Numerical Methods. Dover Publications, New York, NY. [Edición original: 1966 en Wiley].

Lambert, J. D. (1991), Numerical Methods for Ordinary Differential Systems. Wiley, Chichester.

Stoer, J.; Bulirsch, R. (1993, segunda edición), Introduction to Numerical Analysis. Springer, New York, NY. [Primera edición: 1980].

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

Butcher, J. C. (2003), Numerical Methods for Ordinary Differential Equations. Wiley, Chichester.

Crouzeix, M.; Mignot, A.L., (1989, segunda edición) Analyse Numérique des Équations Différentielles. Masson, Paris. [Primera edición: 1984].

Dekker, K., Verwer, J.G. (1984), Stability of Runge-Kutta Methods for Stiff Nonlinear Differential Equations. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.

Hairer, E., Wanner, G. (1991), Solving Ordinary Differential Equations II. Stiff and Differential-Algebraic Problems. Springer, Berlin.

Kincaid, D. R., Cheney, E. W. (1991), Numerical Analysis. Brooks/Cole, Pacific Grove, CA.

Lambert, J. D. (1973), Computational Methods in Ordinary Differential Equations. Wiley, London.

Quarteroni, A., Sacco, R., Saleri, F. (2000) Numerical Mathematics. Springer, New York, NY.

II. SISTEMAS DINÁMICOS:

1. Bibliografía básica:

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

Morris W. H., Stephen S. Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra. Pure and Applied Mathematics. Academic Press. 1974.

2. Bibliografía complementaria:

J. Guckenheimer, P. Holmes, Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields. Springer-Verlag New York. 1983.

J. K. Hale, H. Koçak, Dynamics and Bifurcations. Springer-Verlag New York. 1991.

R. H. Enns, G. C. McGuire, Computer Algebra Recipes. An Advance Guide to Scientific Modeling. Springer. 2007.

VIDEOAPUNTES: Si

PLATAFORMA: Si

SOFTWARE: Si

Ecuaciones en Derivadas Parciales

UNIVERSIDADES DESDE LA QUE SE IMPARTE: Universidad de Vigo

CRÉDITOS: 6 créditos ECTS

PROFESOR/A COORDINADOR/A: Begoña Cid Iglesias (bego@dma.uvigo.es)

PROFESOR 1: José Durany Castrillo (durany@dma.uvigo.es)

CONTENIDOS:

1. Análisis clásico de ecuaciones en derivadas parciales lineales.

a) Ejemplos clásicos: las ecuaciones de Laplace, del calor y de ondas.

b) Clasificación de las ecuaciones en derivadas parciales lineales.

c) Resultados de existencia y unicidad.

d) Estudio de técnicas analíticas de resolución: la ecuación de Laplace en un círculo, en un anillo y en un rectángulo.

e) La ecuación del calor en una barra finita aislada, no aislada y caso general.

f) La ecuación de ondas en una cuerda finita aislada, no aislada y caso general.

2. Formulación variacional de problemas elípticos, elasticidad lineal y sistema de Stokes.

3. Introducción a la formulación variacional de problemas evolutivos: problemas parabólicos e hiperbólicos.

METODOLOGÍA:

Exposición de los contenidos de la materia utilizando la videoconferencia.

Formulación, análisis y resolución de problemas y ejercicios relacionados con la materia.

EVALUACIÓN:

Se realizará una prueba escrita que supondrá el 40% de la nota. Los trabajos y los ejercicios supondrán el 60% restante de la cualificación final.

BIBLIOGRAFÍA:

Brezis, Analyse fonctionelle. Masson, 1983.

E. Casas, Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales. Univ. Cantabria, 1992.

E. di Benedetto, Partial differential equations. Birkhauser, 1995.

D. Gilbarg, N.S. Trudinger, Elliptic partial differential equations of second order. Springer, 1983.

J.L. Lions, Quelques methodes de resolution des problemes aux limites non lineaires. Dunod, 1969.

V.P. Mijailov, Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. MIR-Moscú, 1976.

J. Necas, Les methodes directes en theorie des equations elliptiques. Masson, 1967.

I. Peral, Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales. Addison-Wesley. Univ. Autónoma Madrid, 1995.

P.A. Raviart, J.M. Thomas, Introduction a l'analyse numerique des equations aux derivees partielles. Masson, 1983.

Showalter, R. E., Monotone Operators in Banach Space and Nonlinear Partial Differential Equations. Mathematical Surveys and Monographs Volume 49. American Mathematical Society (AMS), 1997. (Chapter I & II)

R. Temam, Navier-Stokes equations. North-Holland, 1977.

VIDEOAPUNTES: Si

PLATAFORMA: Si

SOFTWARE: No

Métodos Numéricos para Ecuaciones en Derivadas Parciales

UNIVERSIDADES DESDE LA QUE SE IMPARTE: Universidad de Vigo

CRÉDITOS: 6 créditos ECTS

PROFESOR/A COORDINADOR/A: Generosa Fernández Manín (manin@dma.uvigo.es)

PROFESOR 1: Guillermo García Lomba (guille@dma.uvigo.es)

PROFESOR 2: Eduardo Godoy Malvar (egodoy@dma.uvigo.es)

CONTENIDOS:

- Introducción a los métodos numéricos en EDP: diferencias finitas, elementos finitos, volúmenes finitos (3h)
- Métodos de diferencias finitas y elementos finitos en problemas monodimensionales (9h)
- Métodos de diferencias finitas y elementos finitos en dimensión superior: problemas elípticos, parábólicos e hiperbólicos (18)
- Prácticas con COMSOL-MULTIPHYSICS (12h)

METODOLOGÍA:

1)Resolución de problemas y ejercicios: el alumno debe resolver ejercicios teóricos de comprensión de los métodos, ejercicios de aplicación de los métodos y ejercicios resueltos con algún software de simulación numérica: Matlab y Comsol-Multiphysics.

2) Prácticas en aula de informática: usando Comsol se resuelven casos reales simplificados de diversos temas: transmisión de calor, elasticidad lineal, electromagnetismo, acústica entre otros.

3) Sesiones magistrales: estas clases se dedican a explicar los contenidos teóricos, a resolver algún ejercicio de comprensión de los métodos y a introducir las prácticas de laboratorio.

EVALUACIÓN:

El sistema de evaluación comprende varias tareas:

1) asistencia y participación en las clase teóricas (5%)

2) ejercicios individuales que entrega el alumno (25%)

3) 4 prácticas de laboratorio (40% todas igual)

4) Examen de asistencia obligatoria : parte teórica (20%) parte práctica de laboratorio (10%)

BIBLIOGRAFÍA:

LeVeque,R.J., Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady-State and Time-Dependent Problems ,SIAM,2007.

Samarskii, A.A., The Theory of Difference Schemes,Marcel Dekker, New York, 2001.

Strickwerda, J.C., Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations,Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, 1999.

Reddy, J.N., An introduction to the Finite Element Method, 2ª y 3ª(1993 y 2006), Mc Graw Hill

Johnson, C., Numerical solution for partial differential equations, 2009, Dover publications

Eriksson, K - Estep, D - Hansbo, P. - Johnson, C., Computational differential equations, 1996, Cambridge

Apuntes de la asignatura y manuales de COMSOL-MULTIPHYSICS

VIDEOAPUNTES: Si

PLATAFORMA: Si

SOFTWARE: Si