

# GUÍA DEL EXAMEN GENERAL DE ANÁLISIS NUMÉRICO Y COMPUTACIÓN CIENTÍFICA (INCLUYENDO MODELACIÓN)

El examen general de análisis numérico y computación científica tiene tres opciones a elegir sólo una:

- Análisis Numérico y Computación Científica
- Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
- Solución numérica de Ecuaciones Diferenciales Parciales

A continuación pueden consultar los temarios de cada una de las opciones

## ANÁLISIS NUMÉRICO I

### 1. Sistemas Numéricos de punto flotante

- 1.1 Condición de un problema numérico
- 1.2 Estabilidad de un método
- 1.3 Problemas bien y mal planteados

### 2. Solución de ecuaciones escalares.

- 2.1 Métodos de bisección
- 2.2 Newton
- 2.3 Secante
- 2.4 Aproximaciones sucesivas
- 2.5 Puntos fijos.
- 2.6 Rapidez de convergencia

### 3. Álgebra lineal numérica

- 3.1 Solución de sistemas de ecuaciones lineales
- 3.2 Factorización LU
- 3.3 Estrategias de pivoteo
- 3.4 Estabilidad y condición
- 3.5 Factorización de Cholesky

### 4. Mínimo de cuadrados lineales

- 4.1 Ecuaciones normales de Euler
- 4.2 Descomposición QR.
- 4.3 Problema de rango deficiente
- 4.4 Descomposición en valores singulares
- 4.5 Análisis de error

### 5. Valores y vectores propios

- 5.1 Método de potencia
- 5.2 Iteración inversa
- 5.3 Método de Rayleigh
- 5.4 Algoritmo QR.

## 6. Aproximación de funciones

- 6.1 Interpolación polinomial
- 6.2 Diferencias divididas
- 6.3 Interpolación de Hermite
- 6.4 Interpolación spline
- 6.5 Interpolación trigonométrica
- 6.6 Transformada de Fourier rápida

## 7. Diferenciación e integración numérica

- 7.1 Diferenciación numérica usando interpolación
- 7.2 Reglas básicas de cuadratura
- 7.3 Newton-Cotes
- 7.4 Gaussiana
- 7.5 Cuadratura adaptiva
- 7.6 Teoría de Sard
- 7.7 Método de Montecarlo

### Bibliografía Recomendada.

- Kincaid, D., Cheney, W., *Numerical analysis, Books/Co1e*, 1991
- Stoer, J. Bulirsch, R., *Introduction to numerical analysis*, 2nd Edition, Springer- Verlag, 1994.
- Golub, G.H., Ortega, J.M., *Scientific Computing and Differential Equations. An Introduction to Numerical Methods*, Academic Press, 1992
- Golub, G.H., Van Loan ,Ch., *Matrix Computations*, 3rd Edition, USA, John Hopkins University Press, 1996
- Hammerlin, G. and Hoffmann, K.K., *Numerical Mathematics*, Springer Verlag, Undergraduate Texts in Mathematics Series, 1991.
- Kahaner, D., et al. *Numerical Methods and Software*, Prentice Hall, 1989
- Niederreiter, H., *Random number generation and quasi-Monte Carlo Methods*, CBMS NS Regional Conference Ser. In Applied Mathematics, SIAM, 1992

# Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

## 1. Introducción a los Métodos Numéricos

1.1 Conceptos básicos: discretización, errores local y global, consistencia, estabilidad y convergencia

## 2. Métodos Lineales Multipaso

2.1 Errores local y global

2.2 Cotas de error

2.3 Teoría de estabilidad lineal

2.4 Métodos BDF (Backward Differential Formula)

## 3. Métodos Predictor-Corrector

3.1 Error local de truncamiento

3.2 Teoría de estabilidad para los métodos predictor-corrector

3.3 Estrategias de paso variable (longitud)

## 4. Métodos de un paso

4.1 Introducción a los Métodos de Runge-Kutta, consistencia, error local, orden y convergencia

4.2 Introducción a la teoría de Butcher, condiciones de orden

4.3 Métodos explícitos, implícitos y semi-implícitos

4.4 Teoría de estabilidad para los Métodos de Runge.-Kutta

## 5. Ecuaciones diferenciales Stiff, Teoría de estabilidad lineal

5.1 1 La naturaleza de stiffness

5.2 Métodos implícitos en el contexto de stiffness

5.3 Métodos lineales multipaso

5.4 Métodos de Runge-Kutta

5.5 Correlación con Métodos en diferencias para ecuaciones diferenciales parciales

## 6. Ecuaciones diferenciales stiff, Teoría de estabilidad no lineal

6.1 G-estabilidad

6.2 Estabilidad no lineal para los Métodos de Runge-Kutta

6.3 B-convergencia

## Bibliografía recomendada

- Lambert, J.D., *Numerical Methods for Ordinary Differential Systems. The Initial Value Problem*. Wiley, 2nd Edition, 1991.
- Shampine, L. F ., *Numerical Solution of Ordinary Differential Equations*, Chapman & Hall, 1994.
- Butcher, J. C., *The Numerical Analysis of Ordinary Differential Equations*, Wiley, 1987
- Hairer E. and Norsett S.P, Wanner G., *Solving Ordinary Differential Equations I: Nonstiff Problems*, Springer, 2<sup>nd</sup> Edition, 1993.
- Hairer, E., Norsett, S. P. and Wanner , G ., *Solving Ordinary Differential Equations II: Stiff and Differential-Algebraic Problems*, Springer, 1991

# Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Parciales (Métodos de Diferencias)

## 1. Ecuaciones Parabólicas

- 1.1 Ecuaciones parabólicas en una dimensión. convergencia y estabilidad
- 1.2 Condiciones de frontera
- 1.3 Ecuaciones parabólicas en dos dimensiones: Métodos explícitos e implícitos de dirección alternante ( A.D.I.)
- 1.4 Métodos locales de una dimensión
- 1.5 Ecuaciones parabólicas en tres dimensiones. Métodos explícitos e implícitos.
- 1.6 Esquemas en diferencias en tres niveles: explícitos e implícitos
- 1.7 Ecuaciones no lineales

## 2. Ecuaciones elípticas

- 2.1 Ecuaciones elípticas en dos dimensiones
- 2.2 Ecuación de Laplace en un cuadrado
- 2.3 El problema de Neumann
- 2.4 Condiciones de frontera mixtas
- 2.5 Regiones no rectangulares
- 2.6 Ecuaciones elípticas autoadjuntas
- 2.7 Otros Métodos para construir esquemas en diferencias
- 2.8 Propiedades generales de los esquemas en diferencias
- 2.9 La ecuación biarmónica
- 2.10 Métodos iterativos clásicos
- 2.11 Métodos de factorización directa
- 2.12 Métodos de gradientes conjugados
- 2.13 Métodos A.D.I.
- 2.14 Problemas de eigenvalores

## 3. Ecuaciones Hiperbólicas

- 3.1 Ecuaciones hiperbólicas de primer orden, esquemas en diferencias explícitas e implícitas
- 3.2 Sistemas hiperbólicos de primer orden en una dimensión.
- 3.3 Leyes de conservación
- 3.4 Sistemas hiperbólicos de primer orden en dos dimensiones
- 3.5 Disipación y dispersión
- 3.6 Estabilidad de problemas con valor inicial
- 3.7 Inestabilidad no lineal
- 3.8 Ecuaciones de segundo orden en una y dos dimensiones

## 4. Aplicaciones

- 4.1 Esquinas reentrantes y singularidades en la frontera
- 4.2 Flujo viscoso incompresible
- 4.3 Flujo compresible
- 4.4 Problemas con frontera libre
- 4.5 Crecimiento del error en problemas de conducción-convección

## Bibliografía recomendada

- Mitchell, A.R. and Griffiths, D.F ., *The Finite Difference Method in Partial Differential Equations*, Wiley, 1980.
- Smith, G. D., *Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods*, Clarendon Press, 3rd. Edition, 1985
- Strikwerda, J. C., *Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations*, Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, 1989
- Ames, W. A., *Numerical Methods for Partial Differential Equations*, Academic Press, 3rd. Edition, 1977.
- Lapidus, L. and Pinder, G. F ., *Numerical Solution of Partial Differential Equations in Science and Engineering*, Wiley, 1982.
- Meis, T. and Marcowitz, U., *Numerical Solution of Partial Differential Equations*, Springer Applied Math. Scies. Ser 32, 1981
- Richtmyer, R.D. and Morton, K.W., *Difference Methods for Initial-Value Problems*, Wiley, 2nd Edition, 1967.
- Godlewski E., Raviat P ., *Numerical approximation of hyperbolic systems of conservation laws*, Applied Math. Sciences, 118 Springer Verlag, 1996