

# **El Método de Elemento Finito y su Paralelización**

## **1 FORMULACIÓN AXIOMÁTICA DE LOS MODELOS BÁSICOS**

- 1.1 Modelos
- 1.2 Física Microscópica y Macroscópica
- 1.3 Cinemática de los Modelos Continuos
- 1.4 Ecuaciones de Balance de Propiedades Intensivas y Extensivas

## **2 Mecánica Clásica de Sistemas Continuos**

- 2.1 Sistemas de una Fase
- 2.2 Modelo Matemático Básico del Sistema de una Fase
- 2.3 Las Propiedades intensivas y extensivas de la Mecánica Clásica
- 2.4 Conservación de Masa
- 2.5 Balance del Momento Lineal
- 2.6 Balance del Momento Angular
- 2.7 Conceptos de Energía
- 2.8 Equivalente Mecánico del Calor
- 2.9 Algunos Conceptos Básicos de Termodinámica

## **3 MECÁNICA NO CLÁSICA DE SISTEMAS CONTINUOS**

- 3.1 Sistemas Multifase
- 3.2 El Modelo Básico de Sistemas MultiFase
- 3.3 Transporte de Solutos en Fluidos Libres
- 3.4 Transporte de Fluidos en Medios Porosos
- 3.5 Transporte de Fluidos a través de Medios Porosos
- 3.6 Yacimientos Petroleros: El modelo de Petróleo Negro

## **4 MÉTODOS NUMÉRICOS DE DISCRETIZACIÓN DE ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES**

- 4.1 Método de Diferencias Finitas
- 4.2 Métodos de Resolución de Grandes Sistemas Lineales
- 4.3 Resolución de Ecuaciones Diferenciales Parciales en 1D y 2D

## **5 MODELACIÓN COMPUTACIONAL DE ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES**

- 5.1 Paradigmas de la Programación
- 5.2 Programación Orientada a Objetos EN C++
- 5.3 Programación Secuencial Orientada a Objetos en C++
- 5.3 Programación Paralela Orientada a Objetos en C++ y MPI

## **6 MODELACIÓN ESTOCÁSTICA DE ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES**

- 6.1 Conceptos Básicos de Probabilidad
- 6.2 Conceptos Básicos de Geoestadística
- 6.3 Simulación Estocástica de Variables Regionalizadas
- 6.4 Modelación Monte Carlo con Modelos Basados en Ecuaciones Diferenciales Parciales

## BIBLIOGRAFÍA

- A. Pinder, I. Herrera, *Mathematical Models in Science and Engineering*, in press.
- A. Quarteroni y A. Valli; *Domain Decomposition Methods for Partial Differential Equations*. Clarendon Press Oxford, 1999.
- A. Quarteroni y A. Valli; *Numerical Approximation of Partial Differential Equations*. Springer, 1994.
- A. Toselli, O. Widlund; *Domain Decomposition Methods - Algorithms and Theory*. Springer, 2005.
- B. Cockburn, G. E. Karniadakis y C. W. Shu; *Discontinuous Galerkin Methods: Theory, Computation and Applications*. Springer, 2000.
- B. Dietrich, *Finite Elements: Theory, Fast Solvers, and Applications in Solid Mechanics*, Cambridge University, 2001.
- B. D. Reddy; *Introductory Functional Analysis - With Applications to Boundary Value Problems and Finite Elements*. Springer 1991.
- B. F. Smith, P. E. Bjørstad, W. D. Gropp; *Domain Decomposition, Parallel Multilevel Methods for Elliptic Partial Differential Equations*. Cambridge University Press, 1996.
- B. I. Wohlmuth; *Discretization Methods and Iterative Solvers Based on Domain Decomposition*. Springer, 2003.
- C. Farhat, I Harari, L. P. Franca; *The Discontinuous Enrichment Method*. *Computer Methods in Applied mechanics and Engineering*, 190 (6455-6479), 2001.
- I. Foster; *Designing and Building Parallel Programs*. Addison-Wesley Inc., Argonne National Laboratory, and the NSF, 2004.
- I. Herrera, M. Díaz; *Modelación Matemática de Sistemas Terrestres (Notas de Curso en Preparación)*. Instituto de Geofísica, (UNAM).
- I. Herrera; *Un Análisis del Método de Gradiente Conjugado*. *Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica, UNAM; Serie Investigación, No. 7*, 1988.
- Brezzi : F. Brezzi y M. Fortin; *Mixed and Hybrid Finite Element Methods*, Springer, 1991.
- J. II. Bramble, J. E. Pasciak and A. II Schatz. *The Construction of Preconditioners for Elliptic Problems by Substructuring*. *I. Math. Comput.*, 47, 103-134, 1986.
- J. L. Lions & E. Magenes; *Non-Homogeneous Boundary Value Problems and Applications Vol. I*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1972.
- K. Hutter & K. Jöhnk; *Continuum Methods of Physical Modeling*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 2004.
- L. F. Pavarino, A. Toselli; *Recent Developments in Domain Decomposition Methods*. Springer, 2003.
- M.B. Allen III, I. Herrera & G. F. Pinder; *Numerical Modeling in Science And Engineering*. John Wiley & Sons, Inc . 1988.
- P.G. Ciarlet, J. L. Lions; *Handbook of Numerical Analysis, Vol. II*. North-Holland, 1991.
- R. L. Burden y J. D. Faires; *Análisis Numérico*. *Math Learning*, 7 ed. 2004.
- FBR : S. Friedberg, A. Insel, and L. Spence; *Linear Algebra*, 4th Edition, Prentice Hall, Inc. 2003.
- Tho : T. J. R. Hughes; *The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis*. Prentice Hall, 1987.
- W. Gropp, E. Lusk, A. Skjelle, *Using MPI, Portable Parallel Programming With the Message Passing Interface*. *Scientific and Engineering Computation Series*, 2ed, 1999.
- W. Rudin; *Principles of Mathematical Analysis*. McGraw-Hill International Editions, 1976.

X. O. Olivella, C. A. de Sacribar; Mecánica de Medios Continuos para Ingenieros. Ediciones UPC, 2000.  
Iterative Methods for Sparse Linear Systems. SIAM, 2 ed. 2000.  
Y. Skiba; Métodos y Esquemas Numéricos, un Análisis Computacional. UNAM, 2005.  
DDM Organization, Proceedings of 19 International Conferences on Domain Decomposition Methods. [www.ddm.org](http://www.ddm.org), 1988-2010