

# Temario de la asignatura Matemáticas de la Especialidad Construcción

Titulación: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Número de créditos ECTS: 4.5

## 1. Temario

### ▪ Tema 0. Repaso y ampliación de algunos temas básicos.

- Espacios vectoriales. Aplicaciones lineales.
- Formas bilineales. Norma y producto escalar.
- Mejor aproximación y proyección ortogonal.

### Módulo 1. Algunas herramientas numéricas para la ingeniería.

#### ▪ Tema 1. Introducción al cálculo numérico.

- Utilidad y objetivo del cálculo numérico. Aritmética del ordenador. Notación científica normalizada. Errores de redondeo y de truncamiento.
- Problema bien planteado. Condicionamiento de un problema. Estabilidad de algoritmos.

#### ▪ Tema 2. Interpolación.

- Introducción.
- Interpolación unidimensional polinómica. Trabajo con otras familias de funciones.

#### ▪ Tema 3. Derivación e integración numérica.

- Fórmulas de cuadratura.
- Fórmulas de Newton-Cotes. Cuadratura gaussiana.
- Fórmulas de derivación numérica.

#### ▪ Tema 4. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales.

- Eliminación Gaussiana y factorización  $LU$ . Pivoteo.
- Factorización de Cholesky.
- Cálculo de la inversa y del determinante de una matriz.
- Condicionamiento de un sistema.

- **Tema 5. Resolución numérica de ecuaciones y sistemas no lineales.**
  - Algunas cuestiones sobre existencia e unicidad de solución: ecuaciones escalares frente a sistemas.
  - Convergencia local y global de algoritmos.
  - Métodos para ecuaciones escalares: métodos de la bisección, Newton, secante y regla falsa.
  - Método de Newton para sistemas de ecuaciones.
  - Pseudosoluciones por mínimos cuadrados.
- **Tema 6. Aproximación de funciones y de datos.**
  - Aproximación continua. Mínimos cuadrados lineales continuos.
  - Aproximación discreta. Mínimos cuadrados discretos lineales y no lineales.
- **Tema 7. Métodos numéricos para problemas de valor inicial en EDOs.**
  - Métodos explícitos e implícitos.
  - Algunos métodos numéricos: métodos de Euler implícito y explícito. Método de Crank-Nicholson. Métodos de Runge-Kutta.
  - Aplicación a algunos sistemas mecánicos.
  - Estabilidad de los esquemas numéricos. Problemas rígidos.

**Módulo 2. El Método de los Elementos Finitos (MEF) en problemas estacionarios lineales.**

- **Tema 8. El método directo de la rigidez en algunos problemas mecánicos.**
  - Sistemas 1D de muelles o barras.
  - Sistemas 2D de barras articuladas.
- **Tema 9. Formulación débil en problemas estacionarios: aplicación a la barra axial y a la conducción del calor.**
  - El problema fuerte de la barra axial. Integración por partes. Problema débil.
  - El problema fuerte en la conducción del calor. Fórmulas de Green. Problema débil.
  - Relaciones entre el problema fuerte y el problema débil.
  - Condiciones de frontera naturales y esenciales.
- **Tema 10. El método de Galerkin.**
  - Motivación y planteamiento. Principio de ortogonalidad de Galerkin.

- Resolución práctica. Sistema de ecuaciones asociado. Matriz de rigidez y vector de fuerzas.
- **Tema 11. Introducción al MEF: funciones lineales a trozos.**
  - Ideas generales del MEF.
  - El MEF en el problema de la barra axial: trabajo con funciones lineales a trozos.
- **Tema 12. El enfoque local en el MEF.**
  - Definición de un elemento: grados de libertad, espacio de funciones y base locales.
  - Elementos unidimensionales y bidimensionales.
  - Pegado de los elementos. Espacio de elementos finitos. Grados de libertad globales y base global.
  - Tratamiento de las condiciones de frontera esenciales.
  - Problema de Galerkin y sistema de ecuaciones.
  - La técnica isoparamétrica.
  - Cálculo de las integrales.
  - Ensamblaje de la matriz de rigidez y del vector de fuerzas.
  - Trabajo con el sistema ampliado.
  - Postprocesado.

## 2. Bibliografía

### 2.1. Bibliografía básica

#### Cálculo numérico general

- Kincaid, D., W. Cheney (1994). *Análisis Numérico: las Matemáticas del Cálculo Científico*. Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington.
- De La Fuente, J.L. (1998). *Tecnologías Computacionales para Sistemas de Ecuaciones, Programación Lineal y Programación Entera*. Reverté, Barcelona.

#### Método de los Elementos Finitos

- Hughes, T.J.R. (2000). *The Finite Element Method. Linear Static and Dynamic Analysis*. Dover, New York.
- Johnson, C. (1987). *Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method*. Cambridge University Press.
- Zienkiewicz, O.C., R.L. Taylor (1993). *El método de los elementos finitos. vol. 1. Formulación básica y problemas lineales*. McGraw-Hill, Madrid.

## 2.2. Bibliografía complementaria

### Cálculo numérico general

- Burden, R. L., J. D. Faires (2004). *Métodos Numéricos*. Thompson.
- Los “tutorials” de MatLab de Cleave Moler en: <http://www.mathworks.es/moler/chapters.html>.

### Método de los Elementos Finitos

- Huebner, H., E.A. Thornton, T.G. Byron (1995). *The Finite Element Method for Engineers*. John Wiley and Sons.
- Strang, G., G.J. Fix (1973). *An Analysis of the Finite Element Method*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Kwon, Y.W., H. Bang (1997). *The Finite Element Method Using MATLAB*. CRC Press, London.