
CURSO ACADÉMICO:	2023/2024
PROFESOR RESPONSABLE:	Ivan Couceiro
OTROS PROFESORES:	José París

CURSO:	Tercero
TIPO DE ASIGNATURA:	Obligatoria Cuatrimestral
CARGA LECTIVA:	4 h/semana (6 créditos)

Objetivos:

Conocer, comprender y aplicar una parte de los métodos constructivos que permiten resolver numéricamente algunos de los problemas matemáticos más frecuentes en la Ingeniería Civil.

Organización Docente:

Durante 4 horas a la semana se imparten clases de teoría y se resuelven prácticas propuestas previamente. En las instalaciones del Centro de Cálculo de la Escuela, los estudiantes deben resolver una serie de problemas de aplicación, para lo que han de confeccionar diversos programas FORTRAN como trabajos de curso.

Bibliografía Básica, Apuntes y Material Pedagógico:

- “Cálculo Numérico. Métodos. Aplicaciones”, Carnahan, B., Luther, H.A. y Wilkes, J.O., Editorial Rueda, Madrid, 1979.
- “A First Course in Numerical Analysis”, Ralston, A. y Rabinowitz, P., Dover, Mineola, 2001.
- “Introduction to Numerical Analysis”, Hildebrand, F.B., Mc Graw-Hill, New York, 1974.
- “Introduction to Numerical Analysis”, Stoer, J. y Burlisch, R., Springer-Verlag, New York, 1980.
- “Analysis of Numerical Methods”, Isaacson, E. y Keller, H.B., John Wiley & Sons, New York, 1966.
- “Numerical methods for engineers and scientists”, Hoffman, J.D., CRC Press, 2001.
- “Numerical Analysis: Mathematics of Scientific Computing”, Kincaid D.R., Cheney E.W. (3rd Edition), American Mathematical Society, 2002.
- “Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing”, Press, W.H., Flannery B.P., Teukolsky, S.A. y Vetterling, W.T., Cambridge University Press, Cambridge, 1986.

Sistema de Evaluación:

Para aprobar es condición necesaria haber realizado los trabajos de curso. Se realizan un examen final en Enero y otro en Julio.

Horas de Consulta:

En horas de trabajo. En época de exámenes se publica un horario específico.

Información Adicional:

El estudiante debería haber superado previamente Cálculo infinitesimal I y II, Álgebra Lineal I y II, Ecuaciones Diferenciales. En caso de no haberlas superado previamente, el estudiante debería cursarlas de forma simultánea.

Programa:

- 1.- **CONCEPTOS GENERALES** _____(8h)
Introducción. Desarrollo histórico del Cálculo Numérico. Ideas fundamentales. Métodos Numéricos en Ingeniería Civil. Uso y abuso del Cálculo Numérico. Presentación e interpretación de resultados. Programación de ordenadores.
- 2.- **ALMACENAMIENTO DE NÚMEROS EN ORDENADORES DIGITALES** (4h)
Concepto de número y base de numeración. Bases de numeración comúnmente empleadas. Cambio de base de numeración. Bases relacionadas por potencias enteras. Bases cualesquiera. **Expresión de un número en una base.** Números enteros. *Codificación y almacenamiento.* Números reales. *Representación en coma fija y en coma flotante.* *Codificación y almacenamiento.* Redondeo. *Precisión.* Operaciones con precisión limitada.
- 3.- **ALGORITMOS** _____(6h)
Concepto. Clasificación y propiedades. Algoritmos directos o finitos. Tiempo de computación. Clasificación. **Algoritmos iterativos.** Orden de convergencia. Convergencia lineal. Velocidad de convergencia. Convergencia super-lineal. Criterios prácticos de convergencia. **Truncamiento. Operaciones con Polinomios.** Regla de Horner. División Sintética.
- 4.- **ERRORES** _____(4h)
Concepto y clasificación. Error absoluto y error relativo. Errores inherentes a los datos. Error de redondeo. Error de truncamiento. Error total. **Propagación de errores.** Operaciones aritméticas elementales. Evaluación de funciones. Acotación y estimación estadística de errores. **Inestabilidad numérica. Técnicas elementales de reducción y de control de errores.**
- 5.- **ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE MATRICES** _____(4h)
Matrices llenas. Matrices llenas simétricas. Matrices en banda. Matrices en banda Simétricas. Matrices en perfil (“sky-line” o “column-profile”). Matrices no estructuradas (“sparse”).
- 6.- **MÉTODOS DIRECTOS PARA SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES** (12h)
Introducción. Normas. Radio espectral. Número de condición. Matrices mal-condicionadas. Inversión de matrices y cálculo de determinantes. Manipulación de matrices simétricas, en banda, en perfil y no estructuradas. Tratamiento de múltiples vectores de términos independientes. **Sistemas con solución inmediata.** Matriz diagonal. Matriz triangular superior. Matriz triangular inferior. **Métodos de eliminación.** Eliminación de Gauss. Eliminación de Gauss-Jordan. **Métodos de factorización o descomposición.** Factorización LU o LDU de Crout. Factorización LL^T o LDL^T de Cholesky. Sistemas tridiagonales. **Otros métodos directos. Recapitulación y recomendaciones.**
- 7.- **MÉTODOS ITERATIVOS Y SEMI-ITERATIVOS PARA SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES** _____(7h)
Introducción. Motivación. Refinamiento iterativo de la solución obtenida por métodos directos. Relación entre la solución de sistemas lineales y el cálculo de extremos de funciones cuadráticas. **Métodos Iterativos.** Planteamiento general. Condiciones de convergencia. Métodos con nombre propio. *Método del Gradiente. Método de Jacobi. Método de Gauss-Seidel.* Sobrerrelajación. Precondicionamiento. **Métodos Semi-Iterativos.** Métodos de Direcciones Conjugadas. Método de los Gradientes Conjugados. **Recapitulación y recomendaciones.**
- 8.- **ECUACIONES NO LINEALES** _____(9h)
Introducción. Método de bisección. Cálculo de raíces de funciones. Métodos de Iteración funcional. *Condiciones de convergencia en un intervalo: funciones contractivas;*

condiciones de Lipschitz. Condiciones asintóticas de convergencia. Propagación de errores de redondeo. Métodos de aproximaciones sucesivas. Formulación. Factor asintótico de convergencia. Mejora de la convergencia. Método de Newton y derivados. Método de Newton. Método de Newton para raíces múltiples. Método de Whittaker. Método secante. Método de regula-falsi. Método de Máñller. Métodos de orden superior. Aceleración de la convergencia. Aceleración Δ^2 de Aitken. Teorema de Aitken. Método de Steffensen. Recapitulación y recomendaciones. Solución de sistemas de ecuaciones no-lineales. Métodos de Iteración funcional. Condiciones asintóticas de convergencia. Métodos de aproximaciones sucesivas. Métodos de Newton y Derivados. Método de Newton-Raphson. Método de Newton simple. Método de Whittaker. Métodos secantes ("Quasi-Newton"). Recapitulación y recomendaciones.

9.— TÉCNICAS BÁSICAS DE INTEGRACIÓN NUMÉRICA _____(6h)

Motivación. Cálculo de integrales definidas. Cuadraturas compuestas: fórmulas del trapecio y de Simpson. Tratamiento de funciones con puntos de discontinuidad y singularidades. **Resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.** Conceptos generales. Método de Euler. Métodos Basados en Desarrollos en Serie de Taylor. Métodos de Runge-Kutta. *Planteamiento general. Métodos más comunes. Recapitulación y recomendaciones.*