UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE

MATEMÁTICA APLICADA Y MÉTODOS INFORMÁTICOS

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

PROGRAMACIÓN Y MÉTODOS NUMÉRICOS

Curso	**:**	2º
Cuatrimestre	**:**	2º
Carácter	**:**	Obligatoria

Créditos totales

Teóricos	:	2,3
Prácticos	:	4,7

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 1: 1998.09.01

PROGRAMACIÓN Y MÉTODOS NUMÉRICOS : PROGRAMA

a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

BLOQUE 1: Codificación de números reales

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1.1 Conocer que las técnicas de codificación permiten, partiendo de la información binaria elemental, representar informaciones complejas.

1.2 Conocer el sistema binario de representación de números algebraicos.

1.3 Conocer la representación de los números reales mediante el formato de "coma flotante".

1.4 Determinar el error de redondeo cometido al representar un real en "coma flotante".

CONTENIDOS:

1.1: INTRODUCCIÓN

- Concepto de código.
- Ejemplos de códigos sencillos.

1.2: CODIFICACIÓN DE NÚMEROS EN "COMA FLOTANTE"

- Codificación de números enteros en base 2.
- Codificación de números reales en coma flotante.
- Error de redondeo.

BLOQUE 2: Algoritmia

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

2.1 Conocer los comandos básicos de un sistema operativo.

2.2 Definir los conceptos de algoritmo y programa.

2.3 Distinguir los conceptos de programa fuente, programa objeto y programa ejecutable.
2.4 Conocer los distintos tipos de datos.

2.5 Emplear las sentencias de asignación y los operadores aritméticos para construir estructuras secuenciales.

2.6 Emplear los operadores lógicos y las sentencias de selección para construir estructuras de selección alternativa o múltiple.

2.7 Emplear los operadores lógicos y las sentencias repetitivas para construir estructuras repetitivas.

2.8 Utilizar las listas para manejar grandes cantidades de datos con características comunes.

2.9 Diseñar un algoritmo complejo mediante su división en módulos sencillos.

CONTENIDOS:

2.1: INTRODUCCIÓN

- Utilización de los comandos básicos de un sistema operativo.
- Definición de algoritmo.
- Un ejemplo sencillo de algoritmo.
- Representación de un algoritmo mediante un organigrama.

2.2: TIPOS DE DATOS Y ESTRUCTURAS SECUENCIALES

- Los cinco tipos básicos de datos.
- Sentencias de asignación.
- Operadores aritméticos.
- Sentencias de entrada y salida.

2.3: ESTRUCTURAS DE CONTROL

- Operadores lógicos.
- Sentencias de selección simple o doble.
- Sentencias de selección múltiple.
- Bucles regidos por contador.
- Bucles regidos por condición.

2.4: LISTAS

- Dimensionamiento de una lista: dinámico o estático.
- Operaciones con los elementos de una lista.
- Lectura y escritura de los elementos de una lista.

2.5: SUBPROGRAMAS

- Análisis descendente: división de un algoritmo complejo en módulos sencillos.
- Programación ascendente: programación de los módulos, subprogramas.
- Transferencia de información entre subprogramas.

BLOQUE 3: Interpolación

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

3.1 Plantear el problema general de la interpolación.

3.2 Determinar si un problema de interpolación admite solución única y definir los tipos de interpolación más usuales.

3.3 Calcular los polinomios de base de Lagrange.

3.4 Calcular los polinomios de base de la interpolación de Hermite de 1^{er} orden.

3.5 Evaluar el error de interpolación polinomial.

3.6 Escribir algoritmos de interpolación polinomial calculando los polinomios interpoladores de Hermite y Lagrange.

3.7 Definir las diferencias divididas de una función en un soporte interpolatorio y construir la tabla de diferencias divididas de una función respecto a un soporte cualquiera.

3.8 Utilizar la fórmula de Newton para calcular el polinomio interpolador de una función.

3.9 Definir la diferencia finita progresiva y la diferencia finita regresiva de orden m de una función en un punto de un soporte interpolatorio equidistante.

3.10 Deducir la relación entre las diferencias divididas y las diferencias finitas progresivas o regresiva.

3.11 Construir la fórmula del polinomio de interpolación con diferencias finitas progresivas o regresivas (fórmula de Newton-Gregory).

3.12 Deducir la relación entre las diferencias finitas regresivas y las diferencias finitas progresivas.

3.13 Escribir algoritmos de obtención de diferencias divididas, de diferencias finitas progresivas y de diferencias finitas regresivas.

3.14 Escribir algoritmos de interpolación según las fórmulas de Newton y Newton-Gregory.

3.15 Plantear el problema de la interpolación polinomial a trozos.

3.16 Comparar la interpolación polinomial a trozos con la interpolación polinomial sobre todo el soporte.

3.17 Calcular la base del espacio de polinomios a trozos de grado n.

3.18 Construir el polinomio interpolador a trozos de grado n de una función dada por sus valores en los puntos de un soporte convenientemente elegido.

3.19 Construir algoritmos de interpolación polinomial a trozos.

CONTENIDOS:

3.1: INTRODUCCIÓN

- Casos particulares. Interpolación de Lagrange. Interpolación de Hermite.
- Estudio general del problema de la interpolación.
- Acotación de los errores de interpolación.

3.2: MÉTODOS DE CÁLCULO DEL POLINOMIO INTERPOLADOR DE LAGRANGE

- Métodos en diferencias divididas.
- Métodos en diferencias finitas.

3.3: INTERPOLACIÓN POLINOMIAL A TROZOS

- Introducción.
- Interpolación polinomial a trozos de primer grado.
- Interpolación polinomial a trozos de Lagrange de segundo grado.
- Interpolación polinomial a trozos de Lagrange de grado n.

BLOQUE 4: Métodos de derivación numérica

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

4.1 Plantear el problema de la derivación numérica.

4.2 Definir el concepto de fórmulas de derivación exactas de orden k.

4.3 Obtener la expresión general de las fórmulas de derivación numérica de tipo interpolatorio para la obtención de primeras derivadas.

4.4 Demostrar que las únicas fórmulas de derivación numérica exactas para todo polinomio de grado menor o igual que n construidas sobre un soporte de n puntos, son las de tipo interpolatorio.

4.5 Escribir la expresión de la fórmula de derivación numérica de tipo interpolatorio para la obtención de la derivada k-ésima.

4.6 Obtener la expresión general del error cometido al aproximar la primera derivada de una función en un punto mediante una fórmula de tipo interpolatorio.

4.7 Deducir las fórmulas de derivación numérica para el cálculo de la primera derivada usando soportes de uno, dos y tres puntos, y hallar las fórmulas del error que se comete.

4.8 Deducir las fórmulas más usuales de derivación numérica para la obtención de derivadas de orden.

CONTENIDOS:

4.1: INTRODUCCIÓN

4.2: FÓRMULAS DE DERIVACIÓN NUMÉRICA DE TIPO INTERPOLATORIO

- Casos particulares.
- Caso general.

4.3: ESTUDIO DEL ERROR

4.4: FÓRMULAS MÁS USUALES DE PRIMER ORDEN

4.5: FÓRMULAS DE DERIVACIÓN NUMÉRICA DE ORDEN SUPERIOR AL PRIMERO

BLOQUE 5: Métodos de integración numérica

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

5.1 Escribir la expresión general de las fórmulas de cuadratura numérica.

5.2 Definir el concepto de fórmula de cuadratura numérica exacta de orden r.

5.3 Definir la expresión general de las fórmulas de integración de tipo interpolatorio.

5.4 Demostrar que las únicas fórmulas de integración numérica construidas sobre un soporte de n puntos exactas para todo polinomio de grado menor o igual que n son las fórmulas de tipo interpolatorio.

5.5 Deducir la expresión general del error de integración en las fórmulas de tipo interpolatorio.

5.6 Definir el concepto de fórmula de integración de Newton-Cotes cerrada.

5.7 Deducir las fórmulas de Newton-Cotes cerradas y las expresiones del error correspondientes para un número arbitrario de puntos soporte.

5.8 Definir el concepto de fórmula de integración de Newton-Cotes abierta.

5.9 Deducir las fórmulas de Newton-Cotes cerradas y las expresiones del error correspondientes para un número arbitrario de puntos soporte.

5.10 Construir algoritmos que aproximen integrales mediante las fórmulas de Newton-Cotes abiertas y cerradas.

5.11 Construir las fórmulas de integración gaussiana con n puntos de soporte y calcular dichos puntos.

5.12 Determinar el grado de los polinomios para los que una fórmula de cuadratura gaussiana es exacta.

5.13 Determinar el error cometido en las fórmulas de integración gaussiana.

5.14 Enunciar las razones que hacen necesarias las fórmulas de integración compuestas.
5.15 Construir fórmulas de integración compuestas a partir de las simples dando las nuevas expresiones del error.

5.16 Construir algoritmos para las fórmulas de integración gaussiana.

5.17 Construir algoritmos para las fórmulas de integración compuestas.

CONTENIDOS:

5.1: INTRODUCCIÓN

5.2: FÓRMULAS DE INTEGRACIÓN NUMÉRICA DE TIPO INTERPOLATORIO

- Generalidades.
- Estudio del error.

5.3: FÓRMULAS DE NEWTON-COTES

- Cerradas.
- Abiertas.

5.4: FÓRMULAS DE CUADRATURA DE GAUSS

- Obtención de las fórmulas de integración gaussiana.
- Determinación del grado de los polinomios para los que una fórmula de cuadratura gaussiana es exacta.
- Estudio del error en las fórmulas de integración gaussiana.

5.5: FÓRMULAS DE CUADRATURA COMPUESTAS

- Justificación del uso de fórmulas de cuadratura compuestas.
- Obtención de fórmulas de integración compuestas a partir de fórmulas de integración simples.

BLOQUE 6: Resolución numérica de sistemas de ecuaciones lineales

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

6.1 Conocer las características comunes a los métodos iterativos de resolución de sistemas de ecuaciones.

6.2 Definir los conceptos de radio espectral de una matriz y de norma matricial.

6.3 Definir las normas matriciales más usuales.

6.4 Demostrar las condiciones de convergencia de un método iterativo.

6.5 Describir los métodos de relajación.

6.6 Aplicar los métodos de relajación a la resolución de un sistema de ecuaciones lineales.

6.7 Definir los criterios a seguir para la obtención de un parámetro de relajación óptimo.

6.8 Demostrar las condiciones de convergencia de los métodos de relajación.

6.9 Escribir algoritmos que respondan a los métodos iterativos de relajación.

6.10 Conocer los conceptos de funcional convexa, estrictamente convexa, elíptica y cuadrática.

6.11 Conocer y aplicar el concepto de gradiente de una funcional.

6.12 Justificar la equivalencia entre resolver un sistema lineal de ecuaciones con matriz simétrica y definida positiva y hallar el vector que minimiza la funcional a él asociada.

6.13 Conocer y utilizar el método de máximo descenso para resolver un sistema lineal, simétrico y definido positivo.

6.14 Conocer la influencia del condicionamiento del sistema en la velocidad de convergencia del método de máximo descenso.

6.15 Desarrollar el método de gradiente conjugado en su forma óptima desde el punto de vista algorítmico.

6.16 Utilizar el método de gradiente conjugado para resolver un sistema de ecuaciones lineales cuya matriz sea simétrica y definida positiva.

6.17 Justificar por qué se trata el método de gradiente conjugado como un método iterativo y evaluar el número de operaciones que teóricamente se realizarían con él.

6.18 Conocer la influencia del condicionamiento del sistema en la velocidad de convergencia del método de gradiente conjugado.

6.19 Justificar en qué se basan las técnicas de precondicionamiento de sistemas e indicar qué características debería poseer un buen precondicionador.

6.20 Describir la técnica de precondicionamiento diagonal y escribir un algoritmo del método de gradiente conjugado con precondicionamiento diagonal.

CONTENIDOS:

6.1: INTRODUCCIÓN

- Características comunes de los métodos iterativos de resolución de sistemas de ecuaciones.
- Repaso de conceptos básicos de Álgebra Matricial.

6.2: NOCIONES DE CONSISTENCIA Y CONVERGENCIA

- Consistencia.
- Convergencia.
- Estudio de la consistencia y convergencia de un método iterativo.

6.3: MÉTODOS DE RELAJACIÓN

- Descripción.
- Aplicación de los métodos de relajación a la resolución de un sistema de ecuaciones.
- Estudio de la convergencia de los métodos de relajación.

6.4: MÉTODOS DE TIPO GRADIENTE

- Método del gradiente con paso óptimo.
- Método del gradiente conjugado.
- Variantes del método del gradiente conjugado.

BLOQUE 7: Resolución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

7.1 Aplicar el método de aproximaciones sucesivas a la determinación de las raíces de una ecuación.

7.2 Establecer razonadamente las condiciones de convergencia del método de aproximaciones sucesivas.

7.3 Conocer las fuentes de error en el método de aproximaciones sucesivas.

7.4 Deducir la cota de error cometido en la determinación de las raíces de una función por el método de aproximaciones sucesivas.

7.5 Interpretar gráficamente en IR^2 *el método de aproximaciones sucesivas.*

7.6 Construir algoritmos del método de aproximaciones sucesivas.

7.7 Conocer e interpretar gráficamente el método de linealización de Newton.

7.8 Conocer los conceptos de convergencia local y global.

7.9 Establecer las condiciones en que el método de linealización de Newton converge globalmente.

7.10 Aplicar el método de linealización de Newton a la determinación de las raíces de una ecuación y establecer la cota del error cometido.

7.11 Conocer e interpretar los métodos de bipartición, regula falsi y secante.

7.12 Deducir la cota del error cometido los métodos de bipartición, regula falsi y secante.

7.13 Aplicar los métodos de bipartición, regula falsi y secante a la determinación de las raíces de una ecuación.

7.14 Construir algoritmos de los métodos de Newton, bipartición, régula falsi y secante.

7.15 Aplicar el método de aproximaciones sucesivas a la resolución de un sistema de ecuaciones cualquiera con n incógnitas y n ecuaciones.

7.16 Definir las condiciones de convergencia del método de aproximaciones sucesivas.

7.17 Aplicar el método de linealización de Newton a la resolución de sistemas de ecuaciones cualesquiera con n incógnitas y n ecuaciones.

7.18 Establecer las condiciones de convergencia del método de Newton.

7.19 Construir algoritmos de métodos para la resolución de ecuaciones no lineales.

CONTENIDOS:

7.1: INTRODUCCIÓN

7.2: MÉTODO DE BIPARTICIÓN PARA RESOLVER UNA ECUACIÓN NO LINEAL

- Esquema del método.
- Estudio de la convergencia.
- Estudio del error.

7.3: MÉTODO DE APROXIMACIONES SUCESIVAS PARA RESOLVER UNA ECUACIÓN NO LINEAL

- Esquema del método.
- Estudio de la convergencia.
- Estudio del error.

7.4: MÉTODO DE NEWTON PARA RESOLVER UNA ECUACIÓN NO LINEAL

- Esquema del método.
- Estudio de la convergencia.
- Estudio del error.
- Método de regula-falsi.
- Método de la secante.

7.5: MÉTODO DE APROXIMACIONES SUCESIVAS PARA RESOLVER UN SISTEMA DE ECUACIONES NO LINEAL

- Esquema del método.
- Estudio de la convergencia.
- Estudio del error.

7.6: MÉTODO DE NEWTON PARA RESOLVER UN SISTEMA DE ECUACIONES NO LINEAL

- Esquema del método.
- Estudio de la convergencia.
- Estudio del error.

BLOQUE 8: Introducción a la programación lineal

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

8.1 Conocer los objetivos de la programación lineal.

8.2 Conocer los conceptos básicos de un problema de programación lineal.

8.3 Conocer algunos ejemplos de problemas clásicos de programación lineal.

8.4 Interpretar gráficamente los aspectos geométricos de un problema de programación lineal.

8.5 Deducir las características fundamentales de las soluciones de un problema de programación lineal.

8.6 Deducir la estrategia iterativa básica para la resolución de un problema de programación lineal.

8.7 Desarrollar el método del simplex revisado de dos fases.

8.8 Conocer las formas básicas de implementación práctica del método del simplex.

8.9 Construir algoritmos para el método del simplex revisado.

8.10 Aplicar el método del simplex revisado a la resolución de problemas de programación lineal.

CONTENIDOS:

8.1: FORMULACIÓN

- Conceptos y definiciones generales.
- Ejemplos de programas de Programación Lineal.

8.2: TEORÍA BÁSICA DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL

- Consideraciones geométricas.
- Puntos extremos y soluciones básicas factibles.
- Teoremas fundamentales.

8.3: EL MÉTODO DEL SIMPLEX

- El algoritmo del Simplex.
- Solución básica factible inicial.
- Implementación práctica.

b) BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA:

- BURDEN, R.L.; FAIRES, J.D., 1996. Análisis Numérico (2ª edición). Grupo Editorial Iberoamericana, 1996.
- CONDE, C.; WINTER, G., 1990. Métodos y algoritmos básicos del Álgebra Numérica. Reverté, 1990.
- CONDE, C.; MICHAVILA, F., 1987. Métodos de aproximación. D.M.A.M.I., 1987.
- CONDE, C.; KINDELÁN, U.; LÓPEZ, A., 1997. Introducción al lenguaje de programación Fortran. D.M.A.M.I., 1997.
- FUENTE, J.L. de la, 1993. Tecnologías computacionales para sistemas de ecuaciones. Optimización lineal. Reverté, 1993.

COMPLEMENTARIA:

De carácter general:

- CONDE, C.; KINDELÁN, U.; LÓPEZ, A., 1997. Complementos de la asignatura “Programación y Métodos de Cálculo. Vols. 1 y 2, 1997.
- ENGELN-MÜLLGES, G.; UHLIG, F., 1997. Numerical Algorithms with Fortran. Springer-Verlag, 1997.
- GOLUB, G.; ORTEGA, J.M., 1993. Scientific computing. An introduction with parallel computing. Academic Press, 1993.
- KINCAID, D.; CHENEY, W., 1994. Análisis Numérico. Addison-Wesley Ibeoamericana, 1994.

De carácter específico:

- CIARLET, P.G., 1982. Introduction à l’analyse numérique matricielle et à l’optimisation. Masson, 1982.
- CROUZEIX, M.; MIGNOT, A.L., 1989. Analyse numérique des équations différentielles. Masson, 1989.