

## INDICE

Introducción	XIII
Notación y abreviaturas	XIV
<b>1. Resolución de ecuaciones no lineales</b>	<b>1</b>
1.1. Problema inverso no lineal	2
1.2. Métodos interactivos de cálculo aproximado de raíces	3
1.3. Ecuaciones no lineales de una variable real	4
1.4. Sistema de ecuaciones no lineales de varias variables reales	15
Problema 1.1. Formulación de punto fijo para una ecuación de segundo grado	19
Problema 1.2. Ecuación no lineal de una variable. Método de Newton Raphson	20
Problema 1.3. Ecuación no lineal de una variable. Método de aproximaciones sucesivas	21
Problema 1.4. Newton Raphson 2D	24
Problema 1.5. Iteración de punto fijo 2D	24
Problema 1.6. Teorema de la aplicación contractiva y dominio de atracción del método de Newton	26
Problema 1.7. Relajación de un esquema iterativo para resolver un problema físico	29
Problema 1.8. caída por un plano inclinado	32
Problema 1.9. Comparación de los métodos de Newton y Broyden para la resolución de sistemas de ecuaciones no lineales	34
Problema 1.10. Resolución de un sistema no lineal mediante aproximaciones sucesivas	38
Problema 1.11. Coeficiente de pérdida de carga lineal en una tubería	44
Problema 1.12. Coeficiente de empuje para ángulo de astilla muerta cero	52
Problema 1.13. Línea de fricción de Schoenherr para flujo turbulento	57
<b>2. Resolución de sistemas lineales</b>	<b>61</b>
2.1. Complementos de álgebra y análisis matricial	61
2.2. Condicionamiento de un sistema lineal	65
2.3. Métodos directos	68
2.4. Métodos iterativos	71
2.5. Cálculo de valores y vectores propios	75
Problema 2.1. Método de Gauss	77
Problema 2.2. Herramientas básicas. Matrices de rotación elemental	78
Problema 2.3. Método de Jacobi y Gauss- Seidel	80
Problema 2.4. Método de potencia	82
Problema 2.5. Resolución de un sistema lineal mediante esquemas iterativos	82
Problema 2.6. Condicionamiento de un sistema lineal	85
Problema 2.7. Convergencia de esquemas iterativos para una matriz tridiagonal	88
Problema 2.8. Valores propios de una matriz perturbada	91
Problema 2.9. Estimación del número de condición de una matriz. Sistema mal condicionado influencia de los errores de redondo en la solución calculada numéricamente	95
Problema 2.10. Resolución de un sistema de ecuaciones lineales de	100

matriz tridiagonal simétrica	
Problema 2.11. Resolución de un sistema de ecuaciones lineales por el método de aproximaciones sucesivas	106
Problema 2.12. Estudio de polinomio característico y de los valores propios de una matriz de orden 4 que estudió Leverrier	110
<b>3. Interpolación lineal</b>	121
3.1. El problema general de interpolación	121
3.2. Interpolación polinomial	125
3.3. Interpolación polinomial a trozos	132
3.4. Interpolación polinomial a trozos: Splines	133
3.5. Interpolación spline con bases de soportes mínimo: B-splines	137
3.6. Interpolación en varias variables	143
Problema 3.1. Interpolación trigonométrica	144
Problema 3.2. Problema de interpolación sin solución	144
Problema 3.3. Interpolación de simple de Hermite	145
Problema 3.4. Interpolación de Hermite a trozos	146
Problema 3.5. Interpolación con B-splines de grado 2	147
Problema 3.6. Bases de splines asociadas a in problema de interpolación	149
Problema 3.7. Splines de segundo grado	150
Problema 3.8. Splines de grado 1	151
Problema 3.9. Interpolación no lineal	154
Problema 3.10. Base de parábolas	156
Problema 3.11. Polinomios a trozos	158
Problema 3.12. Splines con una condición adicional de área	160
Problema 3.13. Interpolación multidimensional	161
Problema 3.14. Splines paramétricos	164
Problema 3.15. Splines cíclicos	168
Problema 3.16. Polinomios a trozos de grado 2 y clase 0	172
<b>4. Aproximación de Funciones</b>	177
4.1. Introducción	177
4.2. El problema general de aproximación	179
4.3. Mejor aproximación	180
4.4. Aproximación lineal	181
4.5. Aproximación en espacios prehilbertianos	182
4.6. Desarrollo en serie de Fourier de una función periódica	187
4.7. Aproximación discreta: mínimos cuadrados	191
4.8. Transformada de Fourier discreta	197
Problema 4.1. Desarrollo en serie de Fourier	205
Problema 4.2. Polinomios ortogonales de Chebychev	207
Problema 4.3. Polinomios óptimo	208
Problema 4.4. Aproximación en un espacio en el que la norma se deduce de un producto escalar	212
Problema 4.5. Aproximación por mínimos cuadrados en un espacio de splines	216
Problema 4.6. Aproximación por mínimos cuadrados en un espacio de polinomios a trozos	222
Problema 4.7. Aproximación por mínimos cuadrados de funciones periódicas	225
Problema 4.8. Aproximación por mínimos cuadrados de funciones	227

periódicas	
<b>5. Integración y diferenciación por método numérico</b>	<b>229</b>
5.1. Fórmulas de integración numérica	229
5.2. Métodos compuesto	232
5.3. Fórmulas de Gauss	233
5.4. Integración multidimensional	234
5.5. Derivación numérica	235
5.6. Estabilidad	238
5.7. Derivadas parciales	239
Problema 5.1. Método de los coeficientes indeterminados	240
Problema 5.2. Integración gaussiana	240
Problema 5.3. Método de Newton – Cotes de grado 0	241
Problema 5.4. Método de la fase estacionaria	244
Problema 5.5. Método compuesto de Gauss – Legendre	247
Problema 5.6. Integración multidimensional	250
Problema 5.7. Campo de velocidades inducido por un segmento de vórtices	252
Problema 5.8. Cálculo de la longitud de una curva	256
Problema 5.9. Derivación numérica: fórmulas de 2 puntos	258
Problema 5.10. Fórmulas de derivación de 4 puntos	259
Problema 5.11. Construcción de una fórmula de derivación	261
Problema 5.12. Estimación del paso óptimo para una fórmula de derivación	262
Problema 5.13. Error en la formula de la derivación segunda	263
<b>6. Problemas de valor inicial en EDO's: métodos numéricos</b>	<b>267</b>
6.1. El problema de Cauchy	268
6.2. Métodos numéricos. Definiciones generales. Tipos de métodos numéricos	270
6.3. Métodos lineales de k pasos	281
Problemas 6.1. Cálculo de error y estabilidad de un esquema explícito de tres pasos	287
Problemas 6.2. Consistencia, convergencia y estabilidad de un método de un paso implícito	288
Problemas 6.3. Flujo incompresible alrededor de un círculo sólido	289
Problemas 6.4. Péndulo amortiguado. Crack - Nicolson	291
Problemas 6.5. Péndulo amortiguado. Milne – Simpson	293
Problemas 6.6. Construcción de un esquema a partir de interpolación spline	296
Problemas 6.7. Sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales	299
Problemas 6.8. Ecuación diferencial de orden superior a uno	301
Problemas 6.9. Ecuaciones del tiro parabólico	305
Problemas 6.10. Ecuación diferencial singular	307
Problemas 6.11. Estudio numérico de un problema de Cauchy 1D por varios métodos	312
Problemas 6.12. Oscilador no lineal de Duffing	316
<b>7. EDP's: métodos de diferencias finitas</b>	<b>327</b>
7.1. Ecuaciones en derivadas parciales de primer y de segundo orden	328
7.2. Métodos de diferencias finitas	334
Problema 7.1. Problema mixto para la ecuación de Fourier	345

Problema 7.2. Problema de Dirichlet para la ecuación de Poisson	346
Problema 7.3. Ecuación y difusión 2D	347
Problema 7.4. Ecuación elíptica con condiciones mezcladas	349
Problema 7.5. Aproximación lateral de $u_{xx}$	351
Problema 7.6. Condición de contorno de tipo Neuman y extrapolación	351
Problema 7.7. Transmisión de calor en régimen permanente	353
Problema 7.8. Problema de contorno unidimensional	356
Problema 7.9. Ecuaciones hiperbólicas: ecuación de transporte	359
Problema 7.10. Ecuación de transmisión de calor por conducción en régimen transitorio	361
Problema 7.11. Problema de Dirichlet para la ecuación de Laplace en dominio no rectangular	368
Problema 7.12. Distribución de potencial en un cable coaxial	370
Problema 7.13. Problema mixto de la ecuación de difusión	375
Apéndices	381
<b>A. Tutoría de Matlab</b>	381
A.1. Conceptos básicos	381
A.2. Manejo de vectores	383
A.3. Introducción al tratamiento de matrices	385
A.4. Cálculo de los autovalores	388
A.5. Resolución de sistemas lineales	389
A.6. Vectorización de operaciones	390
A.7. Creación de gráficas	392
A.8. Conjuntos de órdenes	393
A.9. Matlab y números complejos	395
A.10. Matemáticas simbólicas con Matlab	396
<b>B. Distintas aritméticas de uso en cálculo numérico</b>	399
B.1. Representación de números	399
B.2. Dígitos versus decimales	399
B.3. Cortar y redondear números	400
B.4. Términos usados en aritmética de cálculo aproximado	401
Bibliografía	403
Índice de materias	407