

INDICE

Parte Uno. Modelos, Computadoras y Análisis del Error 3.	
PT 1.1. Motivación	3
PT 1.2. Fundamentos matemáticos	5
PT 1.3. Orientación	8
Capítulo 1. Modelos Matemáticos y Solución de Problemas de Ingeniería	11
1.1. Un modelo matemático simple	11
1.2. Leyes de conservación e ingeniería	18
Problemas	22
Capítulo 2. Computadoras y Programas	25
2.1. La computación y su entorno	26
2.2. Desarrollo de programas	27
2.3. Diseño de algoritmos	31
2.4. Composición de programas	42
2.5. Control de calidad	45
2.6. Documentación y mantenimiento	49
2.7. Estrategia de programación	51
Problemas	55
Capítulo 3. Aproximaciones y errores de redondeo	59
3.1. Cifras significativas	60
3.2. Exactitud y precisión	62
3.3. Definiciones de error	63
3.4. Errores de redondeo	66
Problemas	82
Capítulo 4. Serie de Taylor y Errores de Truncamiento	84
4.1. Las series de Taylor	84
4.2. Error de programación	101
4.3. Error numérico total	106
4.4. Equivocaciones, errores de formulación e incertidumbre en los datos	108
Problemas	109
Epílogo: Parte Uno	111
PT 1.4. Elementos de juicio	111
PT 1.5. Relaciones y fórmulas importantes	114
PT 1.6. Métodos avanzados y algunas referencias adicionales	114
Parte Dos. Raíces de Ecuaciones	119
PT 2.1. Motivación	119
PT 2.2. Antecedentes matemáticos	121
PT 2.3. Orientación	123
Capítulo 5. Métodos de Intervalos	127
5.1. Métodos gráficos	127
5.2. Método de bisección	131
5.3. Método de la falsa posición	141
5.4. Búsqueda con incrementos y determinación de valores iniciales	147
Problemas	148
Capítulo 6. Métodos Abiertos	150
6.1. Iteración simple de punto fijo	151
6.2. Método de Newton – Raphson	156

6.3. Método de la secante	162
6.4. Raíces múltiples	167
6.5. Sistemas de ecuaciones no lineales	170
Problemas	175
Capítulo 7. Raíz de Polinomios	177
7.1. Polinomios en ciencia e ingeniería	177
7.2. Cálculo con polinomios	180
7.3. Métodos convencionales	184
7.4. Método de Muller	184
7.5. Método de Bairstow	188
7.6. Otros métodos	194
7.7. Localización de raíces con librerías y paquetes de cómputo	194
Problemas	204
Capítulo 8. Aplicaciones en Ingeniería: Raíces de Ecuaciones	206
8.1. Leyes de los gases ideales y no ideales (Ingeniería química e ingeniería petrolera)	206
8.2. Flujo en un canal abierto (ingeniería civil e ingeniería ambiental)	209
8.3. Diseño de un circuito eléctrico (ingeniería eléctrica)	213
8.4. Análisis de vibraciones (ingeniería mecánica e ingeniería aeroespacial)	215
Problemas	223
Epílogo: Parte Dos.	229
PT 2.4. Elementos de juicio	229
PT 2.5. Relaciones importantes y fórmulas	232
PT 2.6. Métodos avanzados y referencias adicionales	232
Parte Tres. Ecuaciones Algebraicas Lineales	235
PT 3.1. Motivación	235
PT 3.2. Antecedentes matemáticos	238
PT 3.3. Orientación	245
Capítulo 9. Eliminación de Gauss	249
9.1. Resolución de pequeños conjuntos de ecuaciones	249
9.2. Eliminación de Gauss simple	256
9.3. Desventajas de los métodos de eliminación	263
9.4. Técnicas para mejorar las soluciones	269
9.5. Sistemas complejos	276
9.6. Sistemas de ecuaciones no lineales	277
9.7. Gauss – Jordan	279
9.8. Resumen	381
Problemas	281
Capítulo 10. Descomposición LU e Inversión de Matrices	284
10.1. Descomposición LU	284
10.2. Matriz inversa	394
10.3. Análisis de error y condición del sistema	298
Problemas	306
Capítulo 11. Matrices Especiales y el Método de Gauss – Seidel	307
11.1. Matrices especiales	307
11.2. Gauss – Seidel	311
11.3. Ecuaciones algebraicas lineales con librerías y paquetes de software	319

Problemas	327
Capítulo 12. Aplicaciones en la Ingeniería: Ecuaciones Algebraicas Lineales	329
12.1. Análisis en estado estable de un sistema de reactores (ingeniería química/petrolera)	329
12.2. Análisis de una estructura estáticamente determinada (ingeniería civil/ambiental)	332
12.3. Corrientes y voltaje en circuito de resistores (Ingeniería eléctrica)	336
12.4. Sistemas masa – resorte (Ingeniería mecánica/aeroespacial)	338
Problemas	341
Epílogo: Parte Tres	348
PT 3.4. Elementos de juicio	348
PT 3.5. Relaciones importantes y fórmulas	349
PT 3.6. Métodos avanzados y referencias adicionales	349
Parte Cuatro. Optimización	353
PT 4.1. Motivación	353
PT 4.2. Bases matemáticas	359
PT 4.3. Orientación	360
Capítulo 13. Optimización Unidimensional no Restringida	364
13.1. Búsqueda de la sección dorada	365
13.2. Interpolación cuadrática	372
13.3. Método de Newton	374
Problemas	376
Capítulo 14. Optimización Multidimensional sin Restricciones	378
14.1. Métodos directos	378
14.2. Métodos gradiente	383
Problemas	397
Capítulo 15. Optimización Restringida	399
15.1. Programación lineal	399
15.2. Optimización restringida no lineal	411
15.3. Optimización con paquetes de software	411
Problemas	421
Capítulo 16. Aplicaciones en la Ingeniería: Optimización	424
16.1. Diseño de un tanque con el menor costo (Ingeniería química/petrolera)	424
16.2. Mínimo costo en tratamiento de aguas de desecho (Ingeniería civil/ambiental)	429
16.3. Máxima transferencia de potencia para un circuito (ingeniería eléctrica)	434
16.4. Diseño de una bicicleta de montaña (Ingeniería mecánica/aeroespacial)	438
Problemas	440
Epílogo: Parte Cuatro	446
Parte Cinco. Ajuste de Curvas	449
Capítulo 17. Regresión por Mínimos Cuadrados	465
17.1. Regresión lineal	465
17.2. Regresión de polinomios	481
17.3. Regresión lineal múltiple	487
17.4. Forma general lineal por mínimos cuadrados	490

17.5. Regresión no lineal	496
Problemas	500
Capítulo 18. Interpolación	502
18.1. Diferencia dividida de Newton para la interpolación de polinomios	503
18.2. Interpolación de polinomios de Lagrange	515
18.3. Coeficientes de un polinomio de interpolación	519
18.4. Interpolación inversa	520
18.5. Comentarios adicionales	521
18.6. Interpolación segmentaría	524
Problemas	
Capítulo 19. Aproximación de Fourier	537
19.1. Ajuste de curvas con funciones sinusoidales	538
19.2. Serie de Fourier continua	544
19.3. Frecuencia y dominios de tiempo	548
19.4. Integral y transformada de Fourier	552
19.5. Transformación discreta de Fourier (TDF)	554
19.6. Transformada rápida de Fourier	556
19.7. El espectro de potencia	563
19.8. Ajuste de curvas con librerías y paquetes	564
Problemas	576
Capítulo 20. Aplicaciones en Ingeniería: Ajuste de Curvas	578
20.1. regresión lineal y modelos de población (Ingeniería química/petrolera)	578
20.2. Uso de segmentarías para estimar la transferencia de calor (Ingeniería civil/ambiental)	582
20.3. Análisis de Fourier (Ingeniería Eléctrica)	583
20.4. Análisis de datos experimentales (Ingeniería mecánica/aeroespacial)	585
Problemas	587
Epílogo: Parte Cinco	594
PT 5.4. Elemento de juicio	594
PT 5.5. Relaciones importantes y fórmulas	595
PT 5.6. Métodos avanzadas y referencias adicionales	597
Parte Seis. Diferenciación Numérica e Integración	601
PT 6.1. Motivación	601
PT 6.2. Antecedentes matemáticos	611
PT 6.3. Orientación	613
Capítulo 21. Fórmulas de Integración de Newton - Cotes	617
21.1. La regla trapezoidal	619
21.2. Reglas de Simpson	630
21.3. Integración con segmentos desiguales	640
21.4. Fórmulas de integración abierta	643
Problemas	644
Capítulo 22. Integración de Ecuaciones	646
22.1. Algoritmos de Newton – Cotes para ecuaciones	646
22.2. Integración de Romberg	647
22.3. Cuadratura de Gauss	653
22.4. Integrales impropias	661
Problemas	665

Capítulo 23. Diferenciación Numérica	666
23.1. Diferenciación de fórmulas con alta exactitud	666
23.2. Extrapolación de Richardson	647
23.3. Derivadas de datos desigualmente espaciados	671
23.4. Derivadas e integrales para datos con errores	672
23.5. Integración/diferenciación numérica con librerías y paquetes	674
Problemas	678
Capítulo 24. Aplicaciones en la Ingeniería: Integración Numérica y Diferenciación	680
24.1. Integración para determinar la cantidad total de calor (Ingeniería química/petrolera)	680
24.2. Fuerza efectiva sobre el mástil de un bote de carreras (Ingeniería civil/ambiental)	682
24.3. Raíz media cuadrática de la corriente por integración numérica (Ingeniería eléctrica)	685
24.4. Integración numérica para calcular el trabajo (Integración mecánica/aeroespacial)	687
Problemas	691
Epílogo: Parte Seis	698
PT 6.4. Elementos de juicio	698
PT 6.5. Relaciones importantes y fórmulas	699
PT 6.6. Métodos avanzados y referencias adicionales	699
Parte Siete. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	703
PT 7.1. Motivación	703
PT 7.2. Antecedentes matemáticos	706
PT 7.3. Orientación	709
Capítulo 25. Métodos de Runge – Kutta	714
25.1. Método de Euler	715
25.2. Mejoras del método de Euler	728
25.3. Métodos de Rung – Kutta	736
25.4. Sistemas de ecuaciones	748
25.5. Métodos adaptativos de Rung – Kutta	753
Problemas	761
Capítulo 26. Métodos Rígidos y de Multipaso	763
26.1. Rigidez	763
26.2. Métodos multipaso	767
Problemas	788
Capítulo 27. Problemas de Valores en la Frontera y de Valores Propios	790
27.1. Métodos generales para problemas de valores en la frontera	791
27.2. Problema de valores propios	797
27.3. EDO y valores propios con librerías y paquetes	815
Problemas	823
Capítulo 28. Aplicaciones en Ingeniería: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	825
28.1. Uso de EDO para analizar la respuesta transitoria de un reactor (Ingeniería química/petrolera)	825
28.2. Modelos depredador – presa y caos (Ingeniería civil/ambiental)	832
28.3. Simulación de corriente transitoria para un circuito eléctrico	835

(Ingeniería eléctrica)	
28.4. El péndulo oscilante (Ingeniería mecánica/aeroespacial)	841
Problemas	845
Epílogo: Parte Siete	849
PT 7.4. Elemento de juicio	849
PT 7.5. Relaciones y fórmulas importantes	850
PT 7.6. Métodos avanzados y referencias adicionales	850
Parte Ocho. Ecuaciones Diferenciales Parciales	855
PT 8.1. Motivación	855
PT 8.2. Orientación	859
Capítulo 29. Diferencias Finitas: Ecuaciones Elípticas	862
29.1. La ecuación de Laplace	862
29.2. Técnica de solución	864
29.3. Condiciones en la frontera	871
29.4. La aproximación del volumen de control	877
29.5. Software para resolver ecuaciones elípticas	880
Problemas	881
Capítulo 30. Diferencias Finitas: Ecuaciones Parabólicas	883
30.1. Ecuación de conducción del calor	883
30. 2. Métodos explícitas	884
30.3. Un método implícito simple	889
30.4. El método de Crank – Nicolson	892
30.5. Ecuaciones parabólicas en dos dimensiones espaciales	895
Problemas	899
Capítulo 31. Método del Elemento Finito	900
31.1. El enfoque general	901
31.2. Aplicación del elemento finito en una dimensión	905
31.3. Problemas en dos dimensiones	914
31.4. EDP con librerías y paquetes	918
Problemas	927
Capítulo 32. Aplicaciones en Ingeniería: Ecuaciones Diferenciales Parciales	928
32.1. Balance de masa en una dimensión de un reactor (Ingeniería química/petrolera)	928
32.2. Deflexiones de una placa (Ingeniería civil/ambiental)	933
32.3. Problemas de campo electrostático en dos dimensiones (Ingeniería eléctrica)	935
32.4. Solución por elemento finito a una serie de resortes (Ingeniería mecánica/aeroespacial)	938
Problemas	942
Epílogo: Parte Ocho	944
PT 8.3. Elementos de juicio	944
PT 8.4. Relaciones y fórmulas importantes	945
PT 8.5. Métodos avanzados y referencias adicionales	
Apéndice A: Las Series de Fourier	946
Apéndice B: Empecemos con Mathcad	948
Apéndice C: Empecemos con Matlab	958
Bibliografía	967
Índice	971