



Contenido

Prefacio / xiii

- 1 Definiciones; familias de curvas / 1
 - 1.1 Ejemplos de ecuaciones diferenciales / 1
 - 1.2 Definiciones / 2
 - 1.3 Familias de soluciones / 5
 - 1.4 Interpretación geométrica / 10
 - 1.5 Las isoclinas de una ecuación / 12
 - 1.6 Un teorema de existencia / 14
 - 1.7 Suplemento para computadora / 15

- 2 Ecuaciones de orden uno / 18
 - 2.1 Separación de variables / 18
 - 2.2 Funciones homogéneas / 24
 - 2.3 Ecuaciones con coeficientes homogéneos / 25
 - 2.4 Ecuaciones exactas / 29
 - 2.5 La ecuación lineal de orden uno / 35
 - 2.6 La solución general de una ecuación lineal / 38
 - 2.7 Suplemento para computadora / 43

- 3 Métodos numéricos / 45
 - 3.1 Observaciones generales / 45
 - 3.2 Método de Euler / 45
 - 3.3 Una modificación al método de Euler / 48

- 3.4 Un método de aproximación sucesiva / 49
- 3.5 Una mejora en el método de aproximación sucesiva / 51
- 3.6 Uso del teorema de Taylor / 52
- 3.7 Método de Runge-Kutta / 54
- 3.8 Un método de continuación / 58
- 3.9 Suplemento para computadora / 60

- 4 Aplicaciones elementales / 62
 - 4.1 Velocidad de escape desde la Tierra / 62
 - 4.2 Ley del enfriamiento de Newton / 64
 - 4.3 Conversión química simple / 65
 - 4.4 Crecimiento logístico y precio de mercancías / 69
 - 4.5 Suplemento para computadora / 73

- 5 Temas adicionales sobre ecuaciones de orden uno / 75
 - 5.1 Factores integrantes determinados por inspección / 75
 - 5.2 Determinación de factores integrantes / 79
 - 5.3 Sustitución sugerida por la ecuación / 83
 - 5.4 Ecuación de Bernoulli / 86
 - 5.5 Coeficientes lineales en dos variables / 89
 - 5.6 Soluciones que involucran integrales no elementales / 94
 - 5.7 Suplemento para computadora / 97

- 6 Ecuaciones diferenciales lineales / 99
 - 6.1 La ecuación lineal general / 99
 - 6.2 Un teorema de existencia y unicidad / 100
 - 6.3 Independencia lineal / 102
 - 6.4 El Wronskiano / 103
 - 6.5 Solución general de una ecuación homogénea / 106
 - 6.6 Solución general de una ecuación no homogénea / 107
 - 6.7 Operadores diferenciales / 109
 - 6.8 Leyes fundamentales de operación / 111
 - 6.9 Algunas propiedades de los operadores diferenciales / 113
 - 6.10 Suplemento para computadora / 115

- 7 Ecuaciones lineales con coeficientes constantes / 117
 - 7.1 Introducción / 117
 - 7.2 La ecuación auxiliar: raíces distintas / 117
 - 7.3 La ecuación auxiliar: raíces repetidas / 120
 - 7.4 Una definición de $\exp z$ para valores complejos de z / 123
 - 7.5 La ecuación auxiliar: raíces complejas / 125
 - 7.6 Una observación acerca de las funciones hiperbólicas / 127
 - 7.7 Suplemento para computadora / 132

- 8 Ecuaciones no homogéneas:
coeficientes indeterminados / 134
 - 8.1 Construcción de una ecuación homogénea
a partir de una solución específica / 134
 - 8.2 Solución de una ecuación no homogénea / 137
 - 8.3 Método de coeficientes indeterminados / 139
 - 8.4 Solución por inspección / 144
 - 8.5 Suplemento para computadora / 150

- 9 Variación de parámetros / 152
 - 9.1 Introducción / 152
 - 9.2 Reducción de orden / 152
 - 9.3 Variación de parámetros / 156
 - 9.4 Solución de $y'' + y = f(x)$ / 161
 - 9.5 Suplemento para computadora / 164

- 10 Aplicaciones / 165
 - 10.1 Vibración de un resorte / 165
 - 10.2 Vibraciones no amortiguadas / 167
 - 10.3 Resonancia / 169
 - 10.4 Vibraciones amortiguadas / 172
 - 10.5 El péndulo simple / 177
 - 10.6 Leyes de Newton y movimiento planetario / 178
 - 10.7 Fuerza central y la segunda ley de Kepler / 179
 - 10.8 Primera ley de Kepler / 180

- 10.9 Tercera ley de Kepler / 182
- 10.10 Suplemento para computadora / 184
- 11 Sistemas de ecuaciones lineales / 186
 - 11.1 Introducción / 186
 - 11.2 Sistemas de primer orden con coeficientes constantes / 186
 - 11.3 Solución de un sistema de primer orden / 187
 - 11.4 Repaso de álgebra matricial / 189
 - 11.5 Revisión de sistemas de primer orden / 195
 - 11.6 Valores propios complejos / 204
 - 11.7 Valores propios repetidos / 208
 - 11.8 Plano fase / 216
 - 11.9 Suplemento para computadora / 222
- 12 Sistemas no homogéneos de ecuaciones / 224
 - 12.1 Sistemas no homogéneos / 224
 - 12.2 Carrera armamentista / 228
 - 12.3 Circuitos eléctricos / 232
 - 12.4 Redes sencillas / 235
- 13 Existencia y unicidad de soluciones / 243
 - 13.1 Observaciones preliminares / 243
 - 13.2 Un teorema de existencia y unicidad / 243
 - 13.3 Condición de Lipschitz / 246
 - 13.4 Demostración del teorema de existencia / 250
 - 13.5 Demostración del teorema de unicidad / 250
 - 13.6 Otros teoremas de existencia / 251
- 14 La transformada de Laplace / 252
 - 14.1 El concepto de transformación / 252
 - 14.2 Definición de la transformada de Laplace / 253
 - 14.3 Transformadas de funciones elementales / 253
 - 14.4 Funciones continuas por secciones / 257
 - 14.5 Funciones de orden exponencial / 258
 - 14.6 Funciones de clase A / 261

- 14.7 Transformada de derivadas / 263
- 14.8 Derivadas de transformadas / 266
- 14.9 La función gamma / 267
- 14.10 Funciones periódicas / 269

- 15 Transformadas inversas / 274
 - 15.1 Definición de una transformada inversa / 274
 - 15.2 Fracciones parciales / 277
 - 15.3 Problemas de valor inicial / 280
 - 15.4 Función escalón / 286
 - 15.5 Un teorema de convolución / 294
 - 15.6 Ecuaciones integrales especiales / 298
 - 15.7 Métodos de transformación y vibración de resortes / 303
 - 15.8 Deflexión de vigas / 307
 - 15.9 Sistemas de ecuaciones / 310
 - 15.10 Suplemento para computadora / 316

- 16 Ecuaciones no lineales / 320
 - 16.1 Observaciones preliminares / 320
 - 16.2 Factorización del miembro izquierdo / 320
 - 16.3 Soluciones singulares / 323
 - 16.4 Ecuación con discriminante c / 325
 - 16.5 La ecuación con discriminante p / 326
 - 16.6 Eliminación de la variable dependiente / 328
 - 16.7 Ecuación de Clairaut / 330
 - 16.8 Ecuaciones sin variable dependiente explícita / 334
 - 16.9 Ecuaciones sin variable independiente explícita / 335
 - 16.10 La catenaria / 338

- 17 Soluciones en series de potencias / 342
 - 17.1 Ecuaciones lineales y series de potencias / 342
 - 17.2 Convergencia de series de potencias / 343
 - 17.3 Puntos ordinarios y puntos singulares / 345
 - 17.4 Validez de las soluciones cerca de un punto ordinario / 347
 - 17.5 Soluciones cerca de un punto ordinario / 347
 - 17.6 Suplemento para computadora / 256

- 18 Soluciones cerca de puntos singulares regulares / 358
 - 18.1 Puntos singulares regulares / 358
 - 18.2 Ecuación indicatriz / 360
 - 18.3 Forma y validez de soluciones
cerca de un punto singular regular / 362
 - 18.4 Ecuación indicatriz cuya diferencia
entre las raíces no es un entero / 363
 - 18.5 Diferenciación de un producto de funciones / 367
 - 18.6 Ecuación indicatriz con raíces iguales / 368
 - 18.7 Ecuación indicatriz con raíces iguales:
una alternativa / 374
 - 18.8 Ecuación indicatriz cuya diferencia entre raíces
es un entero positivo: caso no logarítmico / 377
 - 18.9 Ecuación indicatriz cuya diferencia entre raíces
es un entero positivo: caso logarítmico / 381
 - 18.10 La solución para valores grandes de x / 385
 - 18.11 Relaciones de recurrencia
que dependen de varios términos / 388
 - 18.12 Resumen / 392

- 19 Ecuaciones de tipo hipergeométrico / 396
 - 19.1 Ecuaciones que se tratarán en este capítulo / 396
 - 19.2 Función factorial / 396
 - 19.3 Función hipergeométrica / 397
 - 19.4 Polinomios de Laguerre / 399
 - 19.5 Ecuación de Bessel con índice no entero / 400
 - 19.6 Ecuación de Bessel con índice entero / 401
 - 19.7 Polinomios de Hermite / 402
 - 19.8 Polinomios de Legendre / 403

- 20 Ecuaciones diferenciales parciales / 404
 - 20.1 Observaciones sobre ecuaciones diferenciales parciales / 404
 - 20.2 Algunas ecuaciones diferenciales parciales
de matemáticas aplicadas / 404
 - 20.3 Método de separación de variables / 406

- 20.4 Un problema de conducción de calor en una lámina / 411
- 20.5 Suplemento para computadora / 416

- 21 Conjuntos de funciones ortogonales / 418
 - 21.1 Ortogonalidad / 418
 - 21.2 Conjuntos simples de polinomios / 419
 - 21.3 Polinomios ortogonales / 419
 - 21.4 Ceros (raíces) de polinomios ortogonales / 421
 - 21.5 Ortogonalidad de los polinomios de Legendre / 422
 - 21.6 Otros conjuntos ortogonales

- 22 Series de Fourier / 425
 - 22.1 Ortogonalidad de un conjunto de senos y cosenos / 425
 - 22.2 Series de Fourier: un teorema de desarrollo / 427
 - 22.3 Ejemplos numéricos de series de Fourier / 431
 - 22.4 Series de Fourier en términos de senos / 438
 - 22.5 Series de Fourier en términos de cosenos / 441
 - 22.6 Análisis numérico de Fourier / 443
 - 22.7 Cómo mejorar la rapidez de convergencia / 444
 - 22.8 Suplemento para computadora / 445

- 23 Problemas con valores en la frontera / 447
 - 23.1 La ecuación del calor en una dimensión / 447
 - 23.2 Verificación experimental de la validez de la ecuación del calor / 453
 - 23.3 Temperatura superficial que varía con el tiempo / 455
 - 23.4 Conducción del calor en una esfera / 457
 - 23.5 La ecuación de onda simple / 458
 - 23.6 La ecuación de Laplace en ocho dimensiones / 461
 - 23.7 Suplemento para computadora / 464

- 24 Propiedades adicionales de la transformada de Laplace / 467
 - 24.1 Series de potencias y transformadas inversas / 467
 - 24.2 Función error / 471

24.3.	Funciones de Bessel	/	478
24.4	Ecuaciones diferenciales con coeficientes variables	/	480
25	Ecuaciones diferenciales parciales: métodos de transformación	/	481
25.1	Problemas con valores en la frontera	/	481
25.2	Ecuación de onda	/	485
25.3	Difusión en un sólido semiinfinito	/	488
25.4	Variables canónicas	/	491
25.5	Difusión en una lámina de ancho finito	/	493
25.6	Difusión en un octante infinito	/	496
	Respuestas a los ejercicios	/	500
	Índice	/	527