

# Contenido

## VOLUMEN I

### CAPÍTULO 1

#### *Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden*

19

- 1.1 Conceptos e ideas básicos, 19
- 1.2 Consideraciones geométricas. Isoclinas, 28
- 1.3 Ecuaciones separables, 32
- 1.4 Ecuaciones reducibles a la forma separable, 42
- 1.5 Ecuaciones diferenciales exactas, 44
- 1.6 Factores integrantes, 44
- 1.7 Ecuaciones diferenciales lineales de primer orden, 50
- 1.8 Variación de parámetros, 56
- 1.9 Circuitos eléctricos, 59
- 1.10 Familias de curvas. Trayectorias ortogonales, 61
- 1.11 Método de iteración de Picard, 71
- 1.12 Existencia y unicidad de las soluciones, 74

### CAPÍTULO 2

#### *Ecuaciones diferenciales lineales ordinarias*

81

- 2.1 Ecuaciones lineales homogéneas de segundo orden, 82
- 2.2 Ecuaciones homogéneas de segundo orden con coeficientes constantes, 86
- 2.3 Solución general. Base: Problema con valor inicial, 88
- 2.4 Raíces reales, raíces complejas, raíz doble de la ecuación característica, 94
- 2.5 Operadores diferenciales, 100
- 2.6 Modelado: oscilaciones libres, 103
- 2.7 Ecuación de Cauchy, 112
- 2.8 Existencia y unicidad de las soluciones, 115

- 2.9 Ecuaciones lineales homogéneas de orden arbitrario, 123
- 2.10 Ecuaciones lineales homogéneas de cualquier orden con coeficientes constantes, 127
- 2.11 Ecuaciones lineales no homogéneas, 130
- 2.12 Resolución de ecuaciones lineales no homogéneas, 133
- 2.13 Modelado: oscilaciones forzadas. Resonancia, 137
- 2.14 Modelado de circuitos eléctricos, 145
- 2.15 Método complejo para obtener soluciones particulares, 151
- 2.16 Método general para resolver ecuaciones no homogéneas, 154

### CAPÍTULO 3

#### *Sistemas de ecuaciones diferenciales, plano fase, estabilidad* 159

- 3.1 Sistemas de ecuaciones diferenciales, 159
- 3.2 Plano fase, 167
- 3.3 Puntos críticos. Estabilidad, 173

### CAPÍTULO 4

#### *Soluciones en series de potencias de las ecuaciones diferenciales. Funciones ortogonales* 183

- 4.1 El método de las series de potencias, 184
- 4.2 Bases teóricas del método de las series de potencias, 187
- 4.3 Ecuación de Legendre. Polinomios de Legendre, 193
- 4.4 Método extendido de las series de potencias. Ecuación de índice (indicial), 199
- 4.5 Ecuación de Bessel. Funciones de Bessel de primera clase, 213
- 4.6 Funciones de Bessel de segunda clase, 219
- 4.7 Conjuntos ortogonales de funciones, 224
- 4.8 Problema de Sturm-Liouville, 229
- 4.9 Ortogonalidad de los polinomios de Legendre y de las funciones de Bessel, 234

### CAPÍTULO 5

#### *Transformada de Laplace* 241

- 5.1 Transformada de Laplace. Transformada inversa. Linealidad, 242
- 5.2 Transformadas de Laplace de derivadas e integrales, 247
- 5.3 Desplazamiento sobre el eje  $s$ , desplazamiento sobre el eje  $t$ , función escalón unidad, 254
- 5.4 Derivación e integración de las transformadas, 264
- 5.5 Convolución, 267
- 5.6 Fracciones parciales, 272
- 5.7 Funciones periódicas. Otras aplicaciones, 282
- 5.8 Tabla de algunas transformadas de Laplace, 293

## CAPÍTULO 6

*Álgebra lineal, parte I: Vectores*

297

- 6.1 Escalares y vectores, 298
- 6.2 Componentes de un vector, 300
- 6.3 Adición de vectores, multiplicación por escalares, 303
- 6.4 Espacios vectoriales. Dependencia e independencia lineales, 307
- 6.5 Producto interior (producto punto), 312
- 6.6 Espacios de productos interiores, 317
- 6.7 Producto vectorial (producto cruz), 320
- 6.8 Productos vectoriales en términos de componentes, 322
- 6.9 Triple producto escalar. Otros productos repetidos, 327

## CAPÍTULO 7

*Álgebra lineal, parte II: Matrices y determinantes*

333

- 7.1 Conceptos básicos, 334
- 7.2 Adición de matrices, multiplicación por escalares (números), 336
- 7.3 Transpuesta de una matriz. Matrices especiales, 338
- 7.4 Multiplicación de matrices, 343
- 7.5 Sistemas de ecuaciones lineales. Eliminación de Gauss, 353
- 7.6 Rango de una matriz, 362
- 7.7 Sistemas de ecuaciones lineales: existencia y propiedades generales de las soluciones, 366
- 7.8 Inversa de una matriz, 370
- 7.9 Determinantes de segundo y tercer orden, 375
- 7.10 Determinantes de orden arbitrario, 381
- 7.11 Rango en función de determinantes. Regla de Cramer, 394
- 7.12 Formas bilineal, cuadrática, hermitiana y antihermitiana, 400
- 7.13 Eigenvalores, eigenvectores, 404
- 7.14 Eigenvalores de matrices hermitianas, antihermitianas y unitarias, 410
- 7.15 Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales, 415

## CAPÍTULO 8

*Cálculo diferencial vectorial. Campos vectoriales*

425

- 8.1 Campos escalares y campos vectoriales, 425
- 8.2 Cálculo vectorial, 429
- 8.3 Curvas, 432
- 8.4 Longitud de arco, 435
- 8.5 Tangente. Curvatura y torsión, 438
- 8.6 Velocidad y aceleración, 442
- 8.7 Regla de la cadena y teorema del valor medio para funciones de diversas variables, 446

- 8.8 Derivada direccional. Gradiente de un campo escalar, 451
- 8.9 Transformación de sistemas de coordenadas y componentes vectoriales, 458
- 8.10 Divergencia de un campo vectorial, 462
- 8.11 Rotacional de un campo vectorial, 467

## CAPÍTULO 9

### *Integrales de línea y de superficie. Teoremas sobre integrales*

471

- 9.1 Integral de línea, 471
- 9.2 Evaluación de integrales de línea, 474
- 9.3 Integrales dobles, 480
- 9.4 Transformación de integrales dobles en integrales de línea, 489
- 9.5 Superficies, 495
- 9.6 Plano tangente. Primera forma fundamental. Área, 499
- 9.7 Integrales de superficie, 506
- 9.8 Integrales triples. Teorema de la divergencia de Gauss, 512
- 9.9 Consecuencias y aplicaciones del teorema de la divergencia, 517
- 9.10 Teorema de Stokes, 523
- 9.11 Consecuencias y aplicaciones del teorema de Stokes, 526
- 9.12 Integrales de línea independientes de la trayectoria, 529

## APÉNDICES

- Apéndice 1 Bibliografía 539
- Apéndice 2 Respuestas a los problemas con número impar 547
- Apéndice 3 Algunas fórmulas para funciones especiales 575
- Apéndice 4 Tablas 583
- ÍNDICE 599

## VOLUMEN II

### CAPÍTULO 10

#### *Series e integrales de Fourier*

19

- 10.1 Funciones periódicas. Series trigonométricas, 20
- 10.2 Series de Fourier. Fórmulas de Euler, 22
- 10.3 Funciones que tienen período arbitrario, 29
- 10.4 Funciones pares e impares, 32