

# Contenido

189  
172  
179

## RELACIONES LINEALES DE SEGUNDO ORDEN

Introducción . . . . .  
Soluciones fundamentales de la ecuación homogénea . . . . .  
Independencia lineal . . . . .  
Reducción de orden . . . . .  
Ecuaciones homogéneas con coeficientes constantes . . . . .  
El problema de las ecuaciones no homogéneas . . . . .  
El método de los coeficientes indeterminados . . . . .  
El método de variación de parámetros . . . . .  
Vibraciones mecánicas . . . . .

<b>1. INTRODUCCION . . . . .</b>	<b>17</b>
1.1 Ecuaciones diferenciales ordinarias . . . . .	18
1.2 Notas históricas. . . . .	22
<b>2. ECUACIONES DIFERENCIALES DE PRIMER ORDEN. . . . .</b>	<b>29</b>
2.1 Ecuaciones lineales . . . . .	29
2.2 Otras consideraciones acerca de las ecuaciones lineales . . . . .	39
2.3 Ecuaciones no lineales . . . . .	44
2.4 Ecuaciones separables. . . . .	53
2.5 — Ecuaciones exactas . . . . .	59
2.6 — Factores integrantes. . . . .	65
2.7 Ecuaciones homogéneas . . . . .	69
2.8 Problemas diversos. . . . .	74
2.9 Aplicación de las ecuaciones de primer orden . . . . .	76
2.10 Mecánica elemental . . . . .	89
*2.11 Teorema de existencia y unicidad. . . . .	99
Apéndice. Dedución de la ecuación del movimiento de un cuerpo con masa variable . . . . .	110
<b>3. ECUACIONES LINEALES DE SEGUNDO ORDEN. . . . .</b>	<b>113</b>
3.1 Introducción. . . . .	113
3.2 Soluciones fundamentales de la ecuación homogénea . . . . .	119
3.3 Independencia lineal . . . . .	130
3.4 Reducción de orden. . . . .	133
3.5 Ecuaciones homogéneas con coeficientes constantes. . . . .	138
3.5.1 Raíces complejas. . . . .	142
3.6 El problema de las ecuaciones no homogéneas . . . . .	148
3.6.1 El método de los coeficientes indeterminados. . . . .	151
3.6.2 El método de variación de parámetros. . . . .	159
3.7 Vibraciones mecánicas . . . . .	165

## 14 Contenido

3.7.1	Vibraciones libres . . . . .	169
3.7.2	Vibraciones forzadas . . . . .	175
3.8	Redes eléctricas. . . . .	179
<b>4.</b>	<b>SOLUCIONES EN SERIES DE ECUACIONES LINEALES DE SEGUNDO ORDEN . . . . .</b>	<b>187</b>
4.1	Introducción. Repaso de series de potencias . . . . .	187
4.2	Soluciones en serie en la vecindad de un punto ordinario, parte I. . . . .	195
4.2.1	Soluciones en serie en la vecindad de un punto ordinario, parte II. . . . .	205
4.3	Puntos singulares regulares . . . . .	213
4.4	Ecuaciones de Euler. . . . .	219
4.5	Soluciones en serie en la vecindad de un punto singular regular, parte I . . . . .	225
4.5.1	Soluciones en serie en la vecindad de un punto singular regular, Parte II. . . . .	232
*4.6	Soluciones en serie en la vecindad de un punto singular regular; $r_1 = r_2$ y $r_1 - r_2 = N$ . . . . .	239
*4.7	Ecuación de Bessel. . . . .	243
<b>5.</b>	<b>ECUACIONES LINEALES DE ORDEN SUPERIOR. . . . .</b>	<b>257</b>
5.1	Introducción . . . . .	257
5.2	Teoría general de las ecuaciones lineales de $n$ -ésimo orden. . . . .	259
5.3	La ecuación homogénea con coeficientes constantes . . . . .	264
5.4	Método de los coeficientes indeterminados. . . . .	271
5.5	Método de variación de parámetros. . . . .	275
<b>6.</b>	<b>TRANSFORMADA DE LAPLACE . . . . .</b>	<b>281</b>
6.1	Introducción. Definición de la Transformada de Laplace. . . . .	281
6.2	Solución de problemas con valores iniciales . . . . .	288
6.3	Funciones escalón . . . . .	299
6.3.1	Una ecuación diferencial con una función de fuerza discontinua. . . . .	306
6.4	Funciones de impulso. . . . .	310
6.5	La integral de convolución . . . . .	316
6.6	Consideraciones generales y resumen. . . . .	321
<b>7.</b>	<b>SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES DE PRIMER ORDEN. . . . .</b>	<b>325</b>
7.1	Introducción . . . . .	325
7.2	Solución de sistemas lineales por eliminación. . . . .	332
7.3	Repaso de matrices . . . . .	338
7.4	Sistemas de ecuaciones algebraicas lineales; independencia lineal, eigenvalores, eigenvectores . . . . .	349

7.5	Teoría básica de los sistemas de ecuaciones lineales de primer orden . . . . .	362
7.6	Sistemas lineales homogéneos con coeficientes constantes . . . . .	369
7.7	Eigenvalores complejos . . . . .	377
7.8	Eigenvalores repetidos . . . . .	383
7.9	Matrices fundamentales . . . . .	390
7.10	Sistemas lineales no-homogéneos . . . . .	396
<b>8. METODOS NUMERICOS . . . . .</b>		<b>405</b>
8.1	Introducción . . . . .	405
8.2	Método de Euler o de la recta tangente . . . . .	408
8.3	Error . . . . .	415
8.4	Un método de Euler mejorado . . . . .	423
8.5	Método de los tres términos de la serie de Taylor . . . . .	428
8.6	Método de Runge-Kutta . . . . .	431
8.7	Algunas dificultades con los métodos numéricos . . . . .	436
8.8	Un método de varios escalones . . . . .	441
8.9	Sistemas de ecuaciones de primer orden . . . . .	450
<b>9. ECUACIONES DIFERENCIALES NO LINEALES Y ESTABILIDAD . . . . .</b>		<b>455</b>
9.1	Introducción . . . . .	455
9.2	Soluciones de sistemas autónomos . . . . .	464
9.3	El plano fase; sistemas lineales . . . . .	476
9.4	Estabilidad: Sistemas casi lineales . . . . .	490
9.5	Problemas de especies competidoras y de rapaz-presa . . . . .	503
9.6	Segundo método de Liapounov . . . . .	517
9.7	Soluciones periódicas y ciclos límite . . . . .	527
<b>10. ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES Y SERIES DE FOURIER . . . . .</b>		<b>539</b>
10.1	Introducción . . . . .	539
10.2	Conducción del calor y separación de variables . . . . .	540
10.3	Series de Fourier . . . . .	550
10.4	Teorema de Fourier . . . . .	559
10.5	Funciones pares e impares . . . . .	565
10.6	Solución de otros problemas de conducción del calor . . . . .	574
10.7	La ecuación de onda: Vibraciones de una cuerda elástica . . . . .	584
10.8	Ecuación de Laplace . . . . .	597
	Apéndice A. Dedución de la ecuación de conducción de calor . . . . .	606
	Apéndice B. Dedución de la ecuación de onda . . . . .	611

