

## INDICE

<b>I. Introducción</b>	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Soluciones y problemas de valor inicial	6
*1.3. Campos de dirección y el método de aproximación de Euler	17
Resumen del capítulo	26
Proyectos del capítulo 1	26
A. Método de la Serie de Taylor	26
B. Método de aproximación de Picard	28
<b>2. Ecuaciones Diferenciales de Primer Orden</b>	31
2.1. Introducción: movimiento de un cuerpo en caída	31
2.2. Ecuaciones separables	34
2.3. Ecuaciones exactas	42
2.4. Ecuaciones lineales	52
*2.5. Factores integrales especiales	63
*2.6. Sustituciones y transformaciones	68
Ecuaciones homogéneas	69
Ecuaciones de la forma $dy/dx = G(ax + by)$	71
Ecuaciones de Bernoulli	72
Ecuaciones con coeficientes lineales	74
Resumen del capítulo	80
Problemas de repaso	81
*Denota las secciones optativas que se pueden omitir sin afectar el curso lógico de los temas	
Proyecto del capítulo 2	82
A. El problema del Quitanieves	82
B. Funciones analíticas y trayectorias ortogonales	83
C. Comportamiento asintótico de soluciones de ecuaciones lineales	83
D. Ecuaciones de Clairaut y soluciones singulares	84
<b>3. Modelos Matemáticos y Métodos Numéricos en los que interviene Ecuaciones de Primer Orden</b>	87
3.1. Modelación matemática	87
3.2. Análisis compartimental	90
3.3. Problemas de mezclas	90
Modelos de crecimiento de una población	94
3.3. Calefacción y enfriamiento de edificios	102
3.4. Mecánica newtoniana	111
3.5. Método de Euler mejorado	122
3.6. Métodos numéricos de orden superior: de Taylor y de Runge – Kutta	136
3.7. Algunos códigos disponibles para problemas de valor inicial	147
Recomendaciones	150
Proyectos del capítulo 3	150
A. Ecuaciones diferenciales de retraso	150
B. Acuicultura	151
C. Curvas de persecución	153
D. Una ecuación en diferencial lineal	154
E. Extrapolación	155
F. Estabilidad de los métodos numéricos	156

G. Duplicación de periodo y caos	158
<b>4. Ecuaciones Lineales de Segundo Orden</b>	161
4.1. Introducción: el péndulo simple	161
4.2. Operadores diferenciales lineales	165
4.3. Soluciones fundamentales de ecuaciones homogéneas	174
*4.4. Reducción de orden	185
4.5. Ecuaciones lineales homogéneas con coeficientes constantes	192
4.6. Ecuaciones auxiliares con raíces complejas	198
4.7. Superposición y ecuaciones no homogéneas	206
4.8. Método de los coeficientes indeterminados	211
4.9. Variación de parámetros	223
*4.10. Ecuaciones de Cauchy – Euler	228
*4.11. Ecuaciones no lineales que se resolver mediante técnicas de primer orden ecuaciones en las que no aparece la variable dependiente	234
Ecuaciones en las que no aparece la variable independiente	236
Resumen del capítulo	239
Problemas de repaso	242
Proyectos del capítulo 4	243
A. Problemas de valores y problemas con valores de frontera	243
B. Comportamiento asintótico de soluciones	244
C. Linealización de problemas no lineales	245
D. Péndulo simple	246
E. Diagramas en plano de fase y soluciones periódicas	248
<b>5. Aplicaciones de las Ecuaciones Diferenciales Lineales de Segundo orden</b>	251
5.1. Vibraciones mecánicas y movimiento armónico simple	251
5.2. Vibraciones libres amortiguadas	258
Movimiento oscilatorio o subamortiguado ( $b_2 < 4mk$ )	258
Movimiento críticamente amortiguado ( $b_2 = 4mk$ )	260
Movimiento sobreamortiguado ( $b_2 < 4mk$ )	261
5.3. Vibraciones forzadas	266
5.4. Circuitos eléctricos elementales	273
5.5. Ecuaciones en diferenciales lineales	280
5.6. Método numérico para ecuaciones de segundo orden	290
Proyecto del capítulo 5	298
A. Método de diferencias finitas para problemas con valores de frontera	298
B. Transmisión de información	300
<b>6. Ecuaciones Diferenciales Lineales de Orden Superior</b>	303
6.1. Introducción: Sistema resorte – masa acoplado	303
6.2. Teoría básicas de las ecuaciones diferenciales lineales	307
6.3. Ecuaciones lineales homogéneas con coeficientes constantes	317
Raíces reales distintas	319
Raíces complejas	320
Raíces repetidas	321
6.4. Método de los anuladores y coeficientes indeterminados	326
6.5. Método de variación de parámetros	334
Resumen del capítulo	339
Problemas de repaso	341
Proyectos del capítulo 6	342

A. Justificación del método de los coeficientes indeterminados	342
B. Método del fasor	343
<b>7. Transformadas de Laplace</b>	347
7.1. Introducción: un ejemplo sencillo	347
7.2. Definición de la transformada de Laplace	349
7.3. Propiedades de la transformada de Laplace	358
7.4. Transformada inversa de Laplace	364
7.5. Resolución de problemas de valor inicial	337
7.6. Transformada de Laplace y funciones especiales	386
*7.7. Convolución	402
*7.8. Impulsos y la función delta de Dirac	410
Resumen del capítulo	418
Problemas de repaso	420
Proyectos del capítulo 7	421
A. Fórmulas de Duhamel	421
B. Modelación de la respuesta a la frecuencia	423
<b>8. Soluciones en Serie de Ecuaciones Diferenciales Lineales</b>	427
8.1. Introducción: un problema de astrofísica	427
8.2. Series de potencias, funciones analíticas y método de la serie de Taylor	430
Series de potencias	430
Funciones analíticas	435
Método de la serie de Taylor	437
8.3. Soluciones en serie de potencias de ecuaciones diferenciales lineales	441
*8.4. Ecuaciones con coeficientes analíticos	452
*8.5. Ecuaciones de Cauchy – Euler revisadas	458
8.6. Método de Frobenius	462
8.7. Obtención de una segunda solución linealmente independiente	476
*8.8. Más sobre los casos en que las raíces difieren en un entero	486
*8.9. Funciones especiales	494
Ecuación de Bessel	497
Ecuación de Legendre	500
Resumen del capítulo	508
Problemas de repaso	510
Proyectos del capítulo 8	512
A. Soluciones esféricamente simétricas de la ecuación de Schrodinger del átomo de hidrógeno	512
B. Deformación de placas circulares	513
<b>9. Sistema de Ecuaciones Diferenciales y sus Aplicaciones</b>	515
9.1. Introducción: análisis de un red eléctrica	515
9.2. Método de eliminación para sistemas lineales	518
Conversión de ecuaciones de orden mayor a sistemas de primer orden	523
*9.3. Resolución de sistemas lineales con transformadas de Laplace	526
9.4. Algunas aplicaciones de los sistemas lineales	530
9.5. Métodos numéricos para ecuaciones y sistemas de orden mayor	539
Una aplicación a la dinámica de poblaciones	543
9.6. Sistemas autónomos no lineales	549
Resumen del capítulo	559

Problemas de repaso	560
Proyectos del capítulo 9	562
A. Limpieza de los grandes lagos	562
B. Efectos de la cacería en sistemas depredador – presa	563
C. Soluciones periódicas de sistemas de volterra – Lotka	565
D. Ciclos límite y la ecuación de Van Der Pol	566
<b>10. Métodos Matriciales para Sistemas Lineales</b>	569
10.1. Introducción	569
*10.2. Breve repaso de matrices y vectores	570
Álgebra de matrices	571
Cálculo de matrices	575
10.3. Sistemas lineales en forma normal	579
10.4. Sistemas lineales homogéneos con coeficientes constantes	589
10.5. Valores propios complejos	603
10.6. Sistemas lineales no homogéneos	607
Coefficientes indeterminados	607
Variación de parámetros	609
*10.7. Función exponencial matricial	640
Resumen del capítulo	623
Problemas de repaso	627
Proyectos del capítulo 10	628
A. Sistemas normales no acoplados	628
B. Método de la transformada de Laplace de matrices	629
C. Sistemas de segundo orden no amortiguados	630