



Contenido

PRÓLOGO	ix
CAPÍTULO 1. Introducción a los sistemas de control	1
1-1. Introducción	1
1-2. Ejemplos de sistemas de control	4
1-3. Control en lazo cerrado en comparación con control en lazo abierto	7
1-4. Diseño y compensación de sistemas de control	9
1-5. Contenido del libro	10
CAPÍTULO 2. Modelado matemático de sistemas de control	13
2-1. Introducción	13
2-2. Función de transferencia y de respuesta impulso	15
2-3. Sistemas de control automáticos	17
2-4. Modelado en el espacio de estados	29
2-5. Representación en el espacio de estados de sistemas de ecuaciones dife- renciales escalares	35
2-6. Transformación de modelos matemáticos con MATLAB	39
2-7. Linealización de modelos matemáticos no lineales	42
Ejemplos de problemas y soluciones	45
Problemas	60
CAPÍTULO 3. Modelado matemático de sistemas mecánicos y sistemas eléctricos	63
3-1. Introducción	63
3-2. Modelado matemático de sistemas mecánicos	63

3-3. Modelado matemático de sistemas eléctricos	72
Ejemplos de problemas y soluciones	86
Problemas	97
CAPÍTULO 4. Modelado matemático de sistemas de fluidos y sistemas térmicos	100
4-1. Introducción	100
4-2. Sistemas de nivel de líquido	101
4-3. Sistemas neumáticos	106
4-4. Sistemas hidráulicos	123
4-5. Sistemas térmicos	136
Ejemplos de problemas y soluciones	140
Problemas	153
CAPÍTULO 5. Análisis de la respuesta transitoria y estacionaria	159
5-1. Introducción	159
5-2. Sistemas de primer orden	161
5-3. Sistemas de segundo orden	164
5-4. Sistemas de orden superior	179
5-5. Análisis de la respuesta transitoria con MATLAB	183
5-6. Criterio de estabilidad de Routh	212
5-7. Efectos de las acciones de control integral y derivativa en el comportamiento del sistema	218
5-8. Errores en estado estacionario en los sistemas de control con realimentación unitaria	225
Ejemplos de problemas y soluciones	231
Problemas	263
CAPÍTULO 6. Análisis y diseño de sistemas de control por el método del lugar de las raíces	269
6-1. Introducción	269
6-2. Gráficas del lugar de las raíces	270
6-3. Gráficas del lugar de las raíces con MATLAB	290
6-4. Lugar de las raíces de sistemas con realimentación positiva	303
6-5. Diseño de sistemas de control mediante el método del lugar de las raíces	308
6-6. Compensación de adelanto	311
6-7. Compensación de retardo	321
6-8. Compensación de retardo-adelanto	330
6-9. Compensación paralela	342
Ejemplos de problemas y soluciones	347
Problemas	394
CAPÍTULO 7. Análisis y diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia	398
7-1. Introducción	398
7-2. Diagramas de Bode	403
7-3. Diagramas polares	427
7-4. Diagramas de magnitud logarítmica respecto de la fase	443

7-5. Criterio de estabilidad de Nyquist	445
7-6. Análisis de estabilidad	454
7-7. Análisis de estabilidad relativa	462
7-8. Respuesta en frecuencia en lazo cerrado de sistemas con realimentación unitaria	477
7-9. Determinación experimental de funciones de transferencia	486
7-10. Diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia	491
7-11. Compensación de adelanto	493
7-12. Compensación de retardo	502
7-13. Compensación de retardo-adelanto	511
Ejemplos de problemas y soluciones	521
Problemas	561
CAPÍTULO 8. Controladores PID y controladores PID modificados	567
8-1. Introducción	567
8-2. Reglas de Ziegler-Nichols para la sintonía de controladores PID	568
8-3. Diseño de controladores PID mediante el método de respuesta en frecuencia	577
8-4. Diseño de controladores PID mediante el método de optimización computacional	582
8-5. Modificaciones de los esquemas de control PID	590
8-6. Control con dos grados de libertad	592
8-7. Método de asignación de ceros para mejorar las características de respuesta	595
Ejemplos de problemas y soluciones	614
Problemas	641
CAPÍTULO 9. Análisis de sistemas de control en el espacio de estados	648
9-1. Introducción	648
9-2. Representaciones en el espacio de estados de sistemas definidos por su función de transferencia	649
9-3. Transformación de modelos de sistemas con MATLAB	656
9-4. Solución de la ecuación de estado invariante con el tiempo	660
9-5. Algunos resultados útiles en el análisis vectorial-matricial	668
9-6. Controlabilidad	675
9-7. Observabilidad	682
Ejemplos de problemas y soluciones	688
Problemas	720
CAPÍTULO 10. Diseño de sistemas de control en el espacio de estados	722
10-1. Introducción	722
10-2. Asignación de polos	723
10-3. Solución de problemas de asignación de polos con MATLAB	735
10-4. Diseño de servosistemas	739
10-5. Observadores de estado	751
10-6. Diseño de sistemas reguladores con observadores	778
10-7. Diseño de sistemas de control con observadores	786

10-8. Sistema regulador óptimo cuadrático	793
10-9. Sistemas de control robusto	806
Ejemplos de problemas y soluciones	818
Problemas	855
APÉNDICE A. Tablas de la transformada de Laplace	859
APÉNDICE B. Método de desarrollo en fracciones simples	867
APÉNDICE C. Álgebra vectorial-matricial	874
BIBLIOGRAFÍA	882
ÍNDICE ANALÍTICO	886