

INDICE

Prefacio	
Parte I	xi
Análisis básico de sistemas de control por métodos convencional y de espacio de estado	
1. Introducción al análisis de sistemas de control	1
1-1 introducción	
1-2 Ejemplos de sistemas de control	7
1-3 la transformada de Laplace	14
1-4 Transformación inversa de Laplace	37
1-5 resolución de ecuaciones diferenciales lineales, invariantes en el tiempo	42
1-6 Función de transferencia	44
1-7 Diagramas de bloques	46
1-8 Gráficos de flujo de señal	55
1-9 Método del espacio de estado para el análisis de control de sistemas	64
1-10 Principios básicos de diseño de sistemas de control	71
1-11 Plan de obra	75
Ejemplos de problemas y solución	76
Problemas	93
2. Modelo matemático de sistemas dinámicos	
2-1 Introducción	98
2-2 Representación de sistemas dinámicos en el espacio de estado	102
2-3 Sistemas mecánicos	107
2-4 Sistemas eléctricos	114
2-5 Sistemas análogos	123
2-6 Sistemas electromecánicos	126
2-7 Sistemas de nivel de líquido	134
2-8 Sistemas térmicos	142
2-9 Sistemas de brazo de robot	146
2-10 Linealización de modelos matemáticos no lineales	152
Ejemplos de problemas y soluciones	159
Problemas	188
3 Acciones básicas de control y controladores automáticos industriales	194
3-1 Introducción	
3-2 Acciones básicas de control	195
3-3 Controladores neumáticos	203
3-4 Controladores hidráulicos	223
3-5 Efectos de las acciones de control integral y derivativa en el comportamiento del sistema	234
3-6 Reducción de la variación de los parámetros mediante la retroalimentación	240
Ejemplos de problemas y soluciones	244
Problemas	261
4 Análisis de repuesta transitoria y análisis de error en estado	
4-1 Introducción	267
4-2 Función respuesta impulsiva	269

4-3 Sistemas de primer orden	272
4-4 Sistemas de segundo orden	276
4-5 Sistemas de orden superior	298
4-6 Criterio de estabilidad de Routh	304
4-7 Análisis de error en estado estacionario	310
4-8 Introducción a la optimización de sistemas	317
4-9 Solución de la ecuación de estado invariante en el tiempo	326
4-10 Solución por computadora de las ecuaciones de estado	335
Ejemplos de problemas y soluciones	340
Problemas	367
Parte II	
Análisis y diseño de sistemas de control por métodos convencionales	371
5. Análisis del lugar de las raíces	
5-1 Introducción	
5-2 Diagramas del lugar de las raíces	373
5-3 Ejemplos ilustrativos	377
5-4 Resumen de reglas generales para construir los lugares de las raíces	392
5-5 Análisis del lugar de las raíces de sistemas de control	400
5-6 Lugar de las raíces para sistemas con retardo de transporte	408
5-7 Diagramas de contrato de raíz	413
5-8 Conclusiones	415
Ejemplos de problemas y soluciones	416
Problemas	452
6. Análisis de respuesta en frecuencia	
6-1 Introducción	455
6-2 Diagramas de Bode	462
6-3 Diagramas polares	482
6-4 Diagramas del logaritmo de la magnitud en función de la base	491
6-5 Criterio de estabilidad de Nyquist	493
6-6 Análisis de estabilidad	504
6-7 Estabilidad relativa	575
6-8 Respuesta en frecuencia de lazo cerrado	529
6-9 Determinación experimental de funciones de transferencia	541
Ejemplos de problemas y soluciones	546
Problemas	570
7 Técnicas de diseño y compensación	
7-1 Introducción	573
7-2 Consideraciones preliminares de diseño	578
7-3 Compensación en adelanto	582
7-4 Compensación en atraso	600
7-5 Compensación en atraso-adelanto	615
7-6 Reglas de sintonización o afinación para controladores PID	634
7-7 Resumen de los métodos de compensación de sistemas de control	647
Ejemplos de problemas y soluciones	657
Problemas	686
8. Análisis de sistemas de control no lineales con la función descriptiva	689

8-1 Introducción a sistemas no lineales	
8-2 Sistemas de control no lineales	695
8-3 Funciones descriptivas	697
8-4 Análisis de sistemas no lineales de control mediante la función descriptiva	707
8-5 Conclusiones	712
Ejemplo de problemas y soluciones	713
Problemas	723
Parte II	
Análisis y diseño de sistemas de control por métodos del espacio de estado	
9. Análisis y diseño de sistemas de control por métodos del espacio de estado	724
9-1 Introducción	
9-2 Conceptos básicos para el análisis en el espacio de estado	725
9-3 Matriz transferencia	742
9-4 Controlabilidad	747
9-5 Observabilidad	754
9-6 Formas canónicas de las ecuaciones de estado	761
9-7 Análisis de estabilidad de Liapunov	771
9-8 Análisis de estabilidad de Liapunov para sistemas lineales invariantes en el tiempo	781
9-9 Sistemas lineales variables en el tiempo	786
Ejemplos de problemas y soluciones	790
Problemas	820
10. Diseño de sistemas de control por método de espacio de estado	
10-1 Introducción	823
10-2 Diseño de sistema d control por medio de ubicación de los polos	827
10-3 Diseño de observadores de estado	847
10-4 Diseño de servosistemas	875
10-5 Sistemas de control optimo cuadráticos	891
10-6 Sistemas de control con referencia de modelo	901
10-7 Sistemas de control adaptable	905
Ejemplos de problemas y soluciones	912
Problemas	943
Apéndice Análisis vectorial-matricial	947
A-1 Definiciones	947
A-2 Determinantes	952
A-3 Inversión de matrices	954
A-4 Reglas de operaciones con matrices	956
A-5 Vectores y análisis vectorial	962
A-6 Valores propios, vectores propios y transformación de similitud	968
A-7 Formas cuadráticas	981
A-8 Seudoinvertas	985
Ejemplos de problemas y soluciones	988
Referencias	1006
Índice	1013