



Contenido

PRÓLOGO	ix
CAPÍTULO 1. Introducción a los sistemas de control	1
1.1. Introducción	1
1.2. Ejemplos de sistemas de control	3
1.3. Control en lazo cerrado en comparación con control en lazo abierto	6
1.4. Contenido del libro	8
CAPÍTULO 2. La transformada de Laplace	9
2.1. Introducción	9
2.2. Revisión de variables y funciones complejas	10
2.3. Transformada de Laplace	13
2.4. Teoremas de la transformada de Laplace	23
2.5. Transformada inversa de Laplace	32
2.6. Desarrollo en fracciones simples con MATLAB	36
2.7. Solución de ecuaciones diferenciales lineales e invariantes en el tiempo ..	40
Ejemplo de problemas y soluciones	42
Problemas	51
CAPÍTULO 3. Modelado matemático de sistemas dinámicos	53
3.1. Introducción	53
3.2. Función de transferencia y de respuesta impulso	55

3.3.	Sistemas de control automáticos	58
3.4.	Modelado en el espacio de estados	70
3.5.	Representación en el espacio de estados de sistemas dinámicos	76
3.6.	Transformación de modelos matemáticos con MATLAB	83
3.7.	Sistemas mecánicos	85
3.8.	Sistemas eléctricos y electrónicos	90
3.9.	Diagramas de flujo de señales	104
3.10.	Linealización de modelos matemáticos no lineales	112
	Ejemplo de problemas y soluciones	115
	Problemas	146
CAPÍTULO 4.	Modelado matemático de sistemas de fluidos y sistemas térmicos	152
4.1.	Introducción	152
4.2.	Sistemas de nivel de líquido	153
4.3.	Sistemas neumáticos	158
4.4.	Sistemas hidráulicos	175
4.5.	Sistemas térmicos	188
	Ejemplo de problemas y soluciones	192
	Problemas	211
CAPÍTULO 5.	Análisis de la respuesta transitoria y estacionaria	219
5.1.	Introducción	219
5.2.	Sistemas de primer orden	221
5.3.	Sistemas de segundo orden	224
5.4.	Sistemas de orden superior	239
5.5.	Análisis de la respuesta transitoria con MATLAB	243
5.6.	Un problema de ejemplo resuelto con MATLAB	271
5.7.	Criterio de estabilidad de Routh	275
5.8.	Efectos de la acciones de control integral y derivativa en el comportamiento del sistema	281
5.9.	Errores en estado estacionario en los sistemas de control con realimentación unitaria	288
	Ejemplo de problemas y soluciones	294
	Problemas	330
CAPÍTULO 6.	Análisis del lugar de las raíces	337
6.1.	Introducción	337
6.2.	Gráficas del lugar de las raíces	339
6.3.	Resumen de las reglas generales para construir los lugares de las raíces ...	351
6.4.	Gráficas del lugar de las raíces con MATLAB	358
6.5.	Sistemas con realimentación positiva	373
6.6.	Sistemas condicionalmente estables	378
6.7.	Lugares de las raíces para sistemas con retardo de transporte	379
	Ejemplo de problemas y soluciones	384
	Problemas	413

CAPÍTULO 7. Diseño de sistemas de control mediante el método del lugar de las raíces ...	416
7.1. Introducción	416
7.2. Consideraciones preliminares de diseño	419
7.3. Compensación de adelanto	421
7.4. Compensación de retardo	429
7.5. Compensación de retardo-adelanto	439
7.6. Compensación paralela	451
Ejemplo de problemas y soluciones	456
Problemas	488
CAPÍTULO 8. Análisis de la respuesta en frecuencia	492
8.1. Introducción	492
8.2. Diagramas de de Bode	497
8.3. Representación de diagramas de Bode con MATLAB	516
8.4. Diagramas polares	523
8.5. Obtención de diagramas de Nyquist con MATLAB	531
8.6. Diagramas de magnitud logarítmica respecto de la fase	539
8.7. Criterio de estabilidad de Nyquist	540
8.8. Análisis de estabilidad	550
8.9. Estabilidad relativa	560
8.10. Respuesta en frecuencia en lazo cerrado de sistemas con realimentación uni- taria	575
8.11. Determinación experimental de funciones de transferencia	584
Ejemplo de problemas y soluciones	589
Problemas	612
CAPÍTULO 9. Diseño de sistemas de control mediante la respuesta en frecuencia	618
9.1. Introducción	618
9.2. Compensación de adelanto	621
9.3. Compensación de retardo	630
9.4. Compensación de retardo-adelanto	639
9.5. Comentarios finales	645
Ejemplo de problemas y soluciones	649
Problemas	679
CAPÍTULO 10. Controladores PID y sistemas de control con dos grados de libertad	681
10.1. Introducción	681
10.2. Reglas de sintonía de controladores PID	682
10.3. Método computacional para obtener conjuntos óptimos de valores de los parámetros	692
10.4. Modificaciones de los esquemas de control PID	700
10.5. Control con dos grados de libertad	703
10.6. Método de asignación de ceros para mejorar las características de respuesta.	705
Ejemplo de problemas y soluciones	724
Problemas	745

CAPÍTULO 11. Análisis de sistemas de control en el espacio de estados	752
11.1. Introducción	752
11.2. Representaciones en el espacio de estados de sistemas definidos por su función de transferencia	753
11.3. Transformación de modelos de sistemas con MATLAB	760
11.4. Solución de la ecuación de estado invariante con el tiempo	764
11.5. Algunos resultados útiles en el análisis matricial	772
11.6. Controlabilidad	779
11.7. Observabilidad	786
Ejemplo de problemas y soluciones	792
Problemas	824
CAPÍTULO 12. Diseño de sistemas de control en el espacio de estados	826
12.1. Introducción	826
12.2. Asignación de polos	827
12.3. Solución de problemas de asignación de polos con MATLAB	839
12.4. Diseño de servo-sistemas	843
12.5. Observadores de estado	855
12.6. Diseño de sistemas reguladores con observadores	882
12.7. Diseño de sistemas de control con observadores	890
12.8. Sistema regulador óptimo cuadrático	897
Ejemplo de problemas y soluciones	910
Problemas	948
BIBLIOGRAFÍA	952
ÍNDICE ANALÍTICO	956