

Índice general

Prólogo	IX
1. Introducción y Ejemplos	1
1.1. Breve historia de control automático	1
1.2. Algunos ejemplos físicos	3
1.2.1. Partícula en movimiento unidimensional	3
1.2.2. Termostato y transferencia de calor	3
2. Control Clásico y Transformada de Laplace	5
2.1. El problema clásico de control	5
2.2. Transformada de Laplace y función de transferencia	5
3. Solución de Sistemas Lineales	7
3.1. Solución espectral de sistemas lineales	7
3.1.1. La matriz exponencial	8
3.1.2. El teorema de Cayley-Hamilton y la matriz exponencial	11
3.2. Solución de sistemas controlados	12
3.2.1. Existencia y unicidad de la solución	13
3.3. Relación entre espacio de estados y el control clásico	13
3.4. Problemas resueltos	16
4. Sistemas de Control Lineal	23
4.1. Introducción	23
4.2. Controlabilidad	23
4.3. Equivalencia Algebraica	31
4.4. Problemas resueltos	32
5. Observabilidad	37
5.1. Observabilidad	37
5.2. Problemas resueltos	40
6. Realimentación Lineal	43
6.1. Definición y preliminares	43
6.1.1. Realimentación y función de transferencia	46
6.2. Realimentación frente a control precalculado	46
6.2.1. Sensibilidad a las condiciones iniciales	48

6.2.2.	Sensibilidad a perturbaciones externas	48
6.3.	Problemas resueltos	49
7.	Estabilidad	53
7.1.	Introducción y definiciones	53
7.2.	Estabilidad en sistemas lineales	54
7.3.	Teoría de Liapunov de la estabilidad	56
7.3.1.	Aplicación a sistemas lineales	58
7.3.2.	Estabilidad mediante linearización	59
7.4.	Estabilidad y control	61
7.4.1.	Estabilidad entrada-salida	61
7.4.2.	Estabilización por realimentación lineal	63
7.4.3.	Linearización de sistemas de control no lineales	63
7.5.	Problemas resueltos	64
8.	Cálculo de Variaciones	75
8.1.	Un ejemplo: braquistocrona	75
8.2.	Introducción	77
8.3.	Ecuaciones de Euler-Lagrange	77
8.3.1.	Lema fundamental del cálculo de variaciones	77
8.3.2.	Ecuaciones de Euler-Lagrange	78
8.3.3.	Integrales primeras en casos simples	80
8.4.	Extremos con restricciones	81
8.5.	Apéndice: Multiplicadores de Lagrange	82
8.5.1.	Problemas isoperimétricos	82
8.6.	Problemas resueltos	85
9.	Control Óptimo	95
9.1.	Introducción	95
9.2.	Control óptimo: método hamiltoniano	97
9.3.	El regulador lineal	99
9.4.	Teoría de Pontryagin	101
9.5.	Problemas resueltos	103
10.	Prácticas	115
10.1.	Control de la temperatura de una cámara	115
10.1.1.	Realización de la práctica	116
10.2.	Dinámica de satélites de comunicación	117
10.2.1.	Un modelo matemático para la dinámica de satélites	117
10.2.2.	Realización de la práctica	119
10.3.	El péndulo doble invertido	119
10.3.1.	Realización de la práctica	120
10.4.	Estabilidad en el péndulo cónico	121
10.4.1.	Realización de la práctica	122
10.5.	Un modelo de grúa con servomecanismo y regulador	123
10.5.1.	Realización de la práctica	123
10.6.	El regulador centrífugo de Watt	125
10.6.1.	Realización de la práctica	126