

INDICE

Presentación	11
1. Control con Computador	15
1.1. Introducción	15
1.2. Tecnología de los computadores	16
1.3. Teoría de control con computador	23
1.4. Sistemas inherentemente muestreados	27
1.5. Cómo se desarrolló la teoría	30
1.6. Referencias	33
2. Muestreo de Señales Continuas	36
2.1. Introducción	36
2.2. Descripción de los mecanismos de muestreo	37
2.3. El teorema de muestreo	37
2.4. Reconstrucción	40
2.5. Enmascaramiento o solapamiento de frecuencias	42
2.6. Aspectos prácticos de la elección del período de muestreo	47
2.7. Resumen	49
2.8. Problemas	49
2.9. Referencias	50
3. Modelos Matemáticos Orientados al Computador: Sistemas Discretos	52
3.1. Introducción	52
3.2. Muestreo de un sistema continuo en el espacio de estados	53
3.3. Transformación de los modelos del espacio de estados	63
3.4. Modelos entrada – salida	66
3.5. La transformada Z	73
3.6. Polos y ceros	78
3.7. Selección de la frecuencia de muestreo	83
3.8. Problemas	84
3.9. Referencias	88
4. Modelos Orientados al Proceso	90
4.1. Introducción	90
4.2. Sistemas controlado con computador	91
4.3. El modelo de modulación	92
4.4. Respuestas en frecuencia	98
4.5. Formalismo de la función de transferencia discreta	105
4.6. Muestreo multiperiodico	114
4.7. Problemas	118
4.8. Referencias	118
5. Análisis de Sistemas Discretos	120
5.1. Introducción	120
5.2. Estabilidad	121
5.3. Controlabilidad, alcanzabilidad y observabilidad	132
5.4. Análisis de lazos de realimentación sencillos	140
5.5. Problemas	147
5.6. Referencias	150
6. Modelos de Perturbaciones	152
6.1. Introducción	152

6.2. Reducción de los efectos de las perturbaciones	153
6.3. Los modelos clásicos de perturbaciones	156
6.4. Perturbaciones determinadas a trozos	159
6.5. Modelos estocásticos de perturbaciones	162
6.6. Procesos estocásticos continuos	181
6.7. Muestras de una ecuación diferencial estocástica	187
6.8. Conclusiones	187
6.9. Problemas	188
6.10. Referencias	190
7. Diseño: Visión de Conjunto	192
7.1. Introducción	192
7.2. Aspectos operacionales	194
7.3. Principios de estructuración	197
7.4. Aproximación descendente	198
7.5. Aproximación ascendente	201
7.6. Diseños de lazos sencillos	204
7.7. Conclusiones	209
7.8. Problemas	210
7.9. Referencias	210
8. Conversión del Diseño Analógico	212
8.1. Introducción	212
8.2. Métodos alternativos para aproximaciones	213
8.3. Controladores digitales PID	218
8.4. Rediseño de la realimentación de estado	229
8.5. Métodos de diseño basados en la respuesta de frecuencia	232
8.6. Conclusión	234
8.7. Problemas	234
8.8. Referencias	236
9. Métodos de Diseño e el Espacio de Estados	238
9.1. Introducción	238
9.2. Regulación basada en la asignación de polos por realimentación del estado	238
9.3. Observadores	249
9.4. Realimentación de la salida	255
9.5. El problema del servo	258
9.6. Conclusiones	262
9.7. Problemas	263
9.8. Referencias	265
10. Diseño por Asignación de Polos Basados en Modelos de Entrada – Salida	266
10.1. Introducción	266
10.2. Formulación del problema	266
10.3. Solución	270
10.4. Un problema algebraico	273
10.5. Un procedimiento de diseño	275
10.6. Sensibilidad a los errores de modelado	282
10.7. Relación con otros métodos modelado	284
10.8. Aspectos prácticos	288
10.9. Un ejemplo de diseño	293

10.10. Conclusiones	300
10.11. Problemas	301
10.12. Referencias	303
11. Métodos de Diseño Optimo: Formulación en el Espacio de Estados	304
11.1. Introducción	304
11.2. Control lineal cuadrático	309
11.3. Teoría de predicción y filtrado	320
11.4. Control lineal cuadrático Gaussiano	326
11.5. Aspectos prácticos	328
11.6. Conclusiones	330
11.7. Problemas	330
11.8. Referencias	333
12. Métodos de Diseño Optimo: Formulación Entrada – Salida	335
12.1. Introducción	335
12.2. Formulación del problema	336
12.3. Predicción óptima	340
14.4. Control de varianza mínima	346
12.5. Control LQG	355
12.6. Aspectos prácticos	366
12.7. Conclusiones	376
12.8. Problemas	377
12.9. Referencias	381
13. Identificación	383
13.1. Introducción	383
13.2. Construcción matemática del modelo	384
13.3. Identificación de sistemas	385
13.4. El principio de mínimos cuadrados	388
13.5. Cálculos recursivos	392
13.6. Ejemplos	399
13.7. Resumen	401
13.8. Problemas	401
13.9. Referencias	403
14. Control Adaptativo	404
14.1. Introducción	404
14.2. Control auto - sintonizado	405
14.3. Análisis	408
14.4. Otros métodos de control adaptativo	413
14.5. Usos y abusos de las técnicas adaptativas	417
14.6. Conclusiones	420
14.7. Problemas	421
14.8. Referencias	422
15. Realización Práctica de Controladores Digitales	424
15.1. Introducción	424
15.2. Visión de conjunto	425
15.3. Prefiltrado y retardo de cálculo	427
15.4. Actuadores no lineales	432
15.5. Aspectos operacionales	438

15.6 Aspectos numéricos	442
15.7. Programación	425
15.8. Conclusiones	460
15.9. Problemas	461
15.10. Referencias	465
A. Ejemplos	468
B. Funciones matriciales	473
C. Simnon: un programa de simulación interactivo	476
D. Demostración del teorema 10.1	490
Índice Alfabético	493