

Prefacio xi

## Parte 1 Comprensión del control con retroalimentación

### 1. Elementos dinámicos en el circuito de control 3

- Retroalimentación negativa 4
- El elemento difícil: el tiempo muerto 9
- El elemento fácil: la capacidad 24
- Combinaciones de tiempo muerto y capacidad 32
- Notación 37
- Problemas 39

### 2. Características de los procesos reales 41

- Procesos de capacidad múltiple 42
- Ganancia de estado estacionario 57
- Prueba de la planta 70
- Notación 75
- Bibliografía 77
- Problemas 77

### 3. Análisis de algunos circuitos comunes 79

- Control del flujo 80
- Regulación de la presión 89
- Nivel de los líquidos y resonancia hidráulica 94
- Control de la composición 104
- Control de la temperatura 110
- Conclusiones 116
- Notación 117
- Bibliografía 120
- Problemas 120

## Parte 2 Selección del controlador con retroalimentación

### 4. Controladores lineales 123

- Criterios de rendimiento 124
- Perturbaciones 133
- Controladores PI y PID 141

## **VI Contenido**

Controladores basados en modelos	159
Interrupción del circuito de control	166
Control digital	172
Notación	177
Bibliografía	180
Problemas	180

### **5. Elementos no lineales de control 181**

Elementos no lineales en el circuito cerrado	181
Elementos no lineales que provocan desfase	187
Variaciones del controlador de cierre-apertura	197
Concepto del modo dual	203
Controladores PID no lineales	212
Notación	217
Bibliografía	219
Problemas	219

## **Parte 3 Sistemas con circuitos múltiples**

### **6. Control mejorado a través de circuitos múltiples 223**

Control en cascada	223
Sistemas de control con salidas múltiples	237
Circuitos de control selectivo	243
Sistemas de control adaptable	250
Resumen	262
Notación	262
Bibliografía	264
Problemas	265

### **7. Control con corrección anticipante 267**

El sistema de control como un modelo del proceso	269
Sistemas de control de la relación	278
Aplicación de la compensación dinámica	284
Adición de retroalimentación	297
Consideraciones económicas	304
Resumen	306
Notación	306
Bibliografía	308
Problemas	308

### **8. Interacción y desacoplamiento 311**

Análisis de la ganancia relativa	312
Procedimientos para calcular ganancias relativas	315
Efectos de la interacción	324
Respuesta a las perturbaciones	336
Desacoplamiento	342
Notación	353
Bibliografía	355
Problemas	355

**Parte 4 Aplicaciones**

- 9. Transferencia y conversión de la energía 359**
  - Transferencia del calor 360
  - Control de la combustión 370
  - Sistemas de control de plantas de vapor 374
  - Bombas y compresores 380
  - Notación 389
  - Bibliografía 391
  - Problemas 392
  
- 10. Control de las reacciones químicas 393**
  - Principios que rigen la conducción de las reacciones 394
  - Reactores continuos 406
  - Control del pH 417
  - Notación 429
  - Bibliografía 430
  - Problemas 431
  
- 11. Operaciones de transferencia de masa 433**
  - Destilación 433
  - Evaporación 465
  - Secado 474
  - Notación 480
  - Bibliografía 483
  - Problemas 484
  
- 12. Control de procesos intermitentes 485**
  - Necesidades especiales de los procesos intermitentes 486
  - Selección de los controladores para los procesos intermitentes 494
  - Reactores intermitentes 503
  - Destilación intermitente 512
  - Secado intermitente 517
  - Notación 522
  - Bibliografía 523
  - Problemas 524
  
- Apéndice A Símbolos usados en los diagramas 525**
  
- Apéndice B Soluciones a los problemas 527**
  
- Índice 545**