
Contenido

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 |

viii 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