

Indice

| Capítulo | Página |
|---|--------|
| 1. <i>Introducción y bases matemáticas</i> | 1 |
| 1.1. Los sistemas de mando | 1 |
| 1.2. Elementos básicos de un servosistema | 5 |
| 1.3. Tipos de servosistemas | 6 |
| 1.4. Variable compleja y planos | 11 |
| 1.5. La transformada de Laplace | 14 |
| 1.6. Descomposición en suma de fracciones simples | 23 |
| 1.7. La transformada en z | 27 |
| Problemas | 35 |
| 2. <i>Función de transferencia y estudio gráfico de los sistemas lineales.</i> | 37 |
| 2.1. Introducción | 37 |
| 2.2. Funciones de transferencia de los sistemas lineales | 39 |
| 2.3. Respuesta impulsional de los sistemas lineales | 43 |
| 2.4. Diagramas de bloques | 47 |
| 2.5. Funciones de transferencia de los sistemas de señales discretas | 53 |
| 2.6. Grafos de fluencia | 62 |
| 2.7. Aplicación de la fórmula de la ganancia de los grafos de fluencia a los diagramas de bloques | 77 |
| 2.8. Grafos de fluencia de sistemas muestreados | 78 |
| 2.9. Representación de las funciones de transferencia en coordenadas polares. Lugar de Nyquist | 85 |
| 2.10. Lugar de Bode de una función de transferencia | 92 |
| 2.11. Lugar de Black | 104 |
| 2.12. Relaciones entre las curvas polares de Bode y de Black | 106 |
| 2.13. Funciones de transferencia de fase mínima y de fase no mínima | 107 |
| Problemas | 110 |
| 3. <i>Estudio de los sistemas lineales por el método de la variable de estado</i> | 117 |
| 3.1. Introducción al concepto de estado | 117 |
| 3.2. Ecuaciones de estado de un sistema lineal de señales continuas | 120 |
| 3.3. Representación matricial de las ecuaciones de estado | 124 |
| 3.4. Ecuación de transición | 126 |

| <i>Capítulo</i> | <i>Página</i> |
|---|---------------|
| 3.5. Ecuaciones de estado de los sistemas muestreados lineales. | 129 |
| 3.6. Solución de la ecuación de estado discreta mediante la transformada en z | 133 |
| 3.7. Relaciones entre las ecuaciones de estado y las funciones de transferencia | 134 |
| 3.8. Ecuación característica | 135 |
| 3.9. Grafos de transición | 138 |
| 3.10. Descomposición de las funciones de transferencia | 149 |
| 3.11. Grafos de transición de los servosistemas | 155 |
| Problemas | 167 |
| | |
| 4. <i>Ecuaciones y funciones de transferencia de los elementos de los sistemas de mando</i> | 173 |
| 4.1. Introducción | 173 |
| 4.2. Ecuaciones de las redes edéctricas | 173 |
| 4.3. Ecuaciones de los sistemas mecánicos | 176 |
| 4.4. Ecuaciones de los sistemas electromecánicos | 192 |
| 4.5. Sistemas en cadena cerrada | 200 |
| 4.6. Sistemas con retardo | 206 |
| Problemas | 210 |
| | |
| 5. <i>Teoría general de la realimentación</i> | 215 |
| 5.1. ¿Qué es la realimentación? | 215 |
| 5.2. Efecto de la realimentación | 216 |
| 5.3. Definición matemática de la realimentación | 232 |
| 5.4. La función sensibilidad | 240 |
| 5.5. Funciones impedancia y admitancia | 242 |
| Problemas | 248 |
| | |
| 6. <i>Análisis de los servosistemas en el dominio temporal</i> | 251 |
| 6.1. Introducción | 251 |
| 6.2. Señales de entrada tipo para el análisis transitorio de los servosistemas | 252 |
| 6.3. Comportamiento de los servosistemas en el dominio temporal. | 253 |
| 6.4. Ecuaciones características de los servosistemas | 255 |
| 6.5. Respuesta transitoria de un sistema de segundo orden | 260 |
| 6.6. Ecuaciones de transición de un sistema de segundo orden | 264 |
| 6.7. Respuesta temporal de un servomecanismo de posición | 266 |
| 6.8. Efectos de los controles derivado e integral sobre las características transitorias de un servosistema | 276 |
| 6.9. Respuesta en régimen permanente de un servosistema. Error en régimen permanente | 284 |
| 6.10. Definición generalizada de coeficientes de error (series de error) | 291 |
| 6.11. Respuesta temporal de los sistemas de mando muestreados. Problemas | 296 308 |

Capítulo

Página

| | |
|--|-----|
| 7. Estabilidad de sistemas de mando lineales | 315 |
| 7.1. Introducción | 315 |
| 7.2. Definición de estabilidad según la respuesta impulsional | 316 |
| 7.3. La estabilidad desde el punto de vista de las variables de estado | 318 |
| 7.4. Métodos para determinar la estabilidad de los sistemas lineales de mando | 321 |
| 7.5. Criterio de Routh-Hurwitz | 322 |
| 7.6. Criterio de Nyquist | 331 |
| 7.7. Aplicación del criterio de Nyquist | 343 |
| 7.8. Efecto de los polos y ceros añadidos a $G(s)H(s)$ sobre la forma del lugar de Nyquist | 354 |
| 7.9. Estabilidad de sistemas de mando muestreados | 358 |
| Problemas | 367 |
| 8. Técnica del lugar de las raíces | 373 |
| 8.1. Introducción | 373 |
| 8.2. Lugar de las raíces (Definición) | 376 |
| 8.3. Construcción del lugar de las raíces | 379 |
| 8.4. Relaciones entre el lugar de las raíces y los lugares del dominio frecuencial | 412 |
| 8.5. Otras propiedades importantes del lugar de las raíces | 415 |
| 8.6. Lugar de las raíces de sistemas condicionalmente estables | 420 |
| 8.7. Lugar de las raíces generalizado (el contorno de las raíces) | 424 |
| 8.8. El lugar de las raíces de los sistemas de mando muestreados | 432 |
| Problemas | 438 |
| 9. Respuesta frecuencial de los servosistemas | 441 |
| 9.1. Introducción | 441 |
| 9.2. Especificaciones en el dominio frecuencial | 443 |
| 9.3. M_p y ω_p de un sistema de segundo orden | 444 |
| 9.4. Estabilidad relativa. Margen de amplitud y margen de fase | 448 |
| 9.5. Sistemas con estabilidad condicional | 458 |
| 9.6. Lugar de amplitud constante M en el plano G | 461 |
| 9.7. Lugar de fase constante en el plano G | 465 |
| 9.8. Lugares de M y N constante en el plano de Black (ábaco de Nichols o de Black) | 467 |
| Problemas | 474 |
| 10. Proyecto de sistemas de mando con realimentación | 477 |
| 10.1. Desarrollo histórico del proyecto de sistemas de mando con realimentación | 477 |
| 10.2. Consideraciones en el proyecto de sistemas de mando en c-a y en c-c | 483 |
| 10.3. Proyecto de servosistemas en el dominio frecuencial | 486 |
| Problemas | 547 |

| Capítulo | Página |
|--|------------|
| 11. <i>Introducción a la conducción óptima</i> | 551 |
| 11.1. Introducción | 551 |
| 11.2. Gobernabilidad y observabilidad de sistemas de mando lineales | 552 |
| 11.3. Gobernabilidad del estado en relación con la gobernabilidad de la salida | 564 |
| 11.4. Relaciones entre gobernabilidad, observabilidad y funciones de transferencia | 566 |
| 11.5. Ilustración práctica del concepto de gobernabilidad | 569 |
| 11.6. Gobernabilidad y observabilidad de sistemas muestreados. Problemas | 571 580 |
| Índice alfabético | 585 |