

ÍNDICE

UNIDAD 1 Principios básicos de la regulación automática

1.1 Procesos de control. Introducción.....	7
1.2 Clasificación de los procesos de control.....	8
1.2.1 Procesos de control de lazo abierto y lazo cerrado.....	9
1.2.2 Procesos de control lineales y no lineales.....	11
1.2.3 Procesos invariantes y variantes con el tiempo.....	11
1.2.4 Procesos de control continuos y procesos de control de datos muestreados y digitales.....	12
1.2.5 Procesos de control de eventos discretos.....	14
1.3 Regulación de un proceso. Conceptos y elementos característicos.....	14
1.3.1 Elementos característicos en un control de lazo abierto de una variable.....	15
1.3.2 Elementos característicos en un control de lazo cerrado de una variable.....	16
1.3.3 Conceptos y definiciones de los procesos de control.....	21
1.4 Regulación manual y automática.....	24
1.5 Realimentación. Conceptos generales.....	26
1.5.1 Función de transferencia de un proceso realimentado.....	27
1.5.2 Efecto de la realimentación sobre la ganancia total.....	28
1.5.3 Efecto de la realimentación sobre la estabilidad.....	28
1.5.4 Efecto de la realimentación sobre la sensibilidad.....	29
1.5.5 Efecto de la realimentación sobre las perturbaciones externas o ruido.....	30
<i>Ejercicios de profundización y refuerzo.....</i>	<i>31</i>

UNIDAD 2 La transformada de Laplace

2.1 Justificación de la transformada de Laplace.....	35
2.2 La variable compleja.....	35
2.2.1 Concepto de variable compleja.....	35
2.2.2 Función compleja.....	36
2.2.3 Polos y ceros de una función compleja.....	38
2.3 Ecuaciones diferenciales en sistemas físicos.....	39
2.3.1 Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.....	39
2.3.2 Ecuaciones diferenciales no lineales.....	40
2.4 Transformada de Laplace.....	40
2.4.1 Definición de la transformada de Laplace.....	40
2.4.2 Teoremas de la transformada de Laplace.....	43
2.5 Transformada inversa de Laplace.....	47
2.5.1 Transformada inversa de Laplace por expansión en fracciones parciales.....	48
2.5.2 Aplicación de la transformada de Laplace en la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.....	52
<i>Ejercicios de profundización y refuerzo.....</i>	<i>53</i>

UNIDAD 3 Modelos matemáticos de sistemas físicos

3.1 Introducción al modelo matemático.....	55
3.1.1 Sistemas lineales y no lineales.....	55
3.1.2 Métodos para el análisis de sistemas lineales.....	56
3.1.3 Función de transferencia y de respuesta-impulso.....	56
3.1.4 Teoría de control moderna. Ecuaciones de estado.....	58
3.2 Diagramas de bloques.....	60
3.2.1 Elementos constituyentes de un diagrama de bloques.....	61
3.2.2 Procedimientos para trazar un diagrama de bloques.....	62
3.3 Sistemas eléctricos.....	65
3.4 Sistemas mecánicos.....	70
3.4.1 Dinámica traslacional.....	71
3.4.2 Dinámica rotacional.....	73
3.4.3 Energía mecánica y pérdidas.....	76
3.4.4 Trenes de engranajes, correas de transmisión y palancas.....	77
3.4.5 Modelos matemáticos.....	80
3.5 Sistemas térmicos.....	83
3.6 Procesos de control de nivel de líquidos.....	87
<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje.....</i>	<i>90</i>
<i>Ejercicios de profundización y refuerzo.....</i>	<i>91</i>

UNIDAD 4 Sistemas de adquisición y tratamiento de datos

4.1 La cadena de adquisición. Estructura básica y características.....	95
4.2 Equipos e instrumentos.....	96
4.2.1 Clasificación en función del instrumento.....	97
4.2.2 Clasificación en función de la variable de proceso.....	101
4.2.3 Código de identificación de instrumentos.....	102
4.3 Sensores y transductores.....	105

4.3.1 Clasificación de sensores y transductores.	105
4.3.2 Transductores de presión.	107
4.3.3 Transductores de caudal.	113
4.3.4 Transductores de nivel.	120
4.3.5 Transductores de temperatura.	124
4.3.6 Transductores de velocidad.	130
4.3.7 Codificadores de posición y sentido de giro (encoders).	131
4.3.8 Transductores de otras variables de medida.	133
4.4 Acondicionadores y convertidores de señales.	133
4.4.1 Puente de Wheatstone como acondicionador de señal.	133
4.4.2 Convertidores de señal.	137
4.4.3 Procesamiento de la señal.	140
4.5 Transmisores y buses industriales.	144
4.5.1 Transmisores industriales.	146
4.5.2 Comunicaciones. Buses industriales.	149
<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>	150
<i>Ejercicios de profundización y refuerzo</i>	152
UNIDAD 5 Análisis funcional de procesos de control de lazo cerrado	
5.1 Análisis de la respuesta transitoria.	153
5.1.1 Señales de prueba típicas.	154
5.1.2 Respuesta transitoria en sistemas de primer orden.	156
5.1.3 Respuesta transitoria en sistemas de segundo orden.	161
5.2 Funciones básicas de control.	172
5.2.1 Control de dos posiciones.	173
5.2.2 Control proporcional.	174
5.2.3 Acción de control integral.	175
5.2.4 Acción de control proporcional e integral (PI).	175
5.2.5 Acción de control proporcional y derivativo (PD).	176
5.2.6 Acción de control proporcional-integral-derivativo (PID).	177
5.3 Análisis de estabilidad de los procesos de lazo cerrado.	178
5.3.1 Polos dominantes en lazo cerrado.	178
5.3.2 Métodos para determinar la estabilidad de procesos de control lineales.	179
5.3.3 Criterio de Routh-Hurwitz.	180
5.4 Efecto de las funciones de control sobre el comportamiento de un sistema.	185
5.4.1 Efecto de la función de control integral.	186
5.4.2 Efecto de la función de control proporcional e integral.	188
5.4.3 Efecto de la función de control derivativa.	191
5.4.4 Efecto de la función de control proporcional y derivativa.	191
5.5 Análisis del error en estado estable.	193
5.5.1 Tipos de sistemas según la capacidad de seguimiento de las señales de entrada.	194
5.5.2 Errores en estado estable.	194
5.6 Control en cascada.	203
5.7 Control de ratio.	205
5.8 Control por prealimentación (feedforward).	205
<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>	208
<i>Ejercicios de profundización y refuerzo</i>	210
UNIDAD 6 Diseño de controladores	
6.1 Configuración de controladores electrónicos.	217
6.1.1 El amplificador operacional.	217
6.1.2 Comportamiento y realización práctica de los controladores.	219
6.1.3 Controlador de acción proporcional.	220
6.1.4 Controlador de acción integral.	222
6.1.5 Controlador de acción proporcional e integral (PI).	222
6.1.6 Controlador de acción derivativa.	224
6.1.7 Controlador de acción proporcional y derivativa (PD).	224
6.1.8 Controlador de acción proporcional, integral y derivativa (PID).	225
6.2 Configuración de controladores neumáticos.	226
6.2.1 Comparación entre sistemas neumáticos y sistemas hidráulicos.	227
6.2.2 Controlador neumático de acción proporcional.	227
6.2.3 Controlador neumático de acción proporcional y derivativa (PD).	229
6.2.4 Controlador neumático de acción proporcional e integral (PI).	230
6.2.5 Controlador neumático de acción proporcional, integral y derivativa (PID).	231
<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>	232
<i>Ejercicios de profundización y refuerzo</i>	234