



# Contenido

Prefacio	ix	<b>3. Acondicionamiento de señales</b>	<b>69</b>
I INTRODUCCIÓN	1	3.1 Acondicionamiento de señales	69
<b>1. Introducción a la mecatrónica</b>	<b>3</b>	3.2 Amplificador operacional	70
1.1 ¿Qué es la mecatrónica?	3	3.3 Protección	81
1.2 El proceso de diseño	5	3.4 Filtrado	83
1.3 Sistemas	6	3.5 Puento de Wheatstone	84
1.4 Sistemas de medición	8	3.6 Modulación por pulsos	88
1.5 Sistemas de control	9	3.7 Problemas con las señales	89
1.6 Controlador lógico programable	21	3.8 Transferencia de potencia	92
1.7 Ejemplos de sistemas mecatrónicos	22	Resumen	92
Resumen	25	Problemas	93
Problemas	26	<b>4. Señales digitales</b>	<b>95</b>
II. SENSORES Y ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES	27	4.1 Señales digitales	95
<b>2. Sensores y transductores</b>	<b>29</b>	4.2 Señales analógicas y digitales	95
2.1 Sensores y transductores	29	4.3 Convertidores de señales digital a analógica y de analógica a digital	99
2.2 Terminología del funcionamiento	30	4.4 Multiplexores	105
2.3 Desplazamiento, posición y proximidad	35	4.5 Adquisición de datos	106
2.4 Velocidad y movimiento	46	4.6 Procesamiento de señales digitales	109
2.5 Fuerza	49	Resumen	110
2.6 Presión de fluidos	50	Problemas	110
2.7 Flujo de líquidos	54	<b>5. Lógica digital</b>	<b>112</b>
2.8 Nivel de líquidos	55	5.1 Lógica digital	112
2.9 Temperatura	56	5.2 Compuertas lógicas	113
2.10 Sensores de luz	61	5.3 Aplicaciones de las compuertas lógicas	120
2.11 Selección de sensores	62	5.4 Lógica secuencial	126
2.12 Ingreso de datos mediante interruptores	63	Resumen	133
Resumen	65	Problemas	133
Problemas	66		

**6. Sistemas de presentación de datos 136**

6.1 Pantallas	136
6.2 Elementos para la presentación de datos	137
6.3 Grabación magnética	142
6.4 Grabación óptica	146
6.5 Pantallas o displays	147
6.6 Sistemas de adquisición de datos	151
6.7 Sistemas de medición	155
6.8 Prueba y calibración	158
Resumen	160
Problemas	160

**III. ACTUACIÓN 163****7. Sistemas de actuación neumática e hidráulica 165**

7.1 Sistemas de actuación	165
7.2 Sistemas neumáticos e hidráulicos	165
7.3 Válvulas para control de dirección	169
7.4 Válvulas de control de presión	173
7.5 Cilindros	175
7.6 Servoválvulas y válvulas de control proporcional	178
7.7 Válvulas para el control de procesos	180
7.8 Actuadores giratorios	185
Resumen	186
Problemas	186

**8. Sistemas de actuación mecánica 188**

8.1 Sistemas mecánicos	188
8.2 Tipos de movimiento	189
8.3 Cadenas cinemáticas	191
8.4 Levas	194
8.5 Engranajes	196
8.6 Rueda dentada y trinquete	200
8.7 Bandas y cadenas de transmisión	200
8.8 Cojinetes (chumaceras)	202
Resumen	204
Problemas	205

**9. Sistemas de actuación eléctrica 207**

9.1 Sistemas eléctricos	207
9.2 Interruptores mecánicos	207

9.3 Interruptores de estado sólido	209
9.4 Solenoides	215
9.5 Motores de c.d	217
9.6 Motores de c.a	225
9.7 Motores paso a paso	227
9.8 Selección de un motor	234
Resumen	237
Problemas	237

**IV. SISTEMAS DE MICROPROCESADORES 239****10. Microprocesadores y microcontroladores 241**

10.1 Control	241
10.2 Sistemas de microprocesadores	241
10.3 Microcontroladores	253
10.4 Aplicaciones	272
10.5 Programación	274
Resumen	277
Problemas	277

**11. Lenguaje ensamblador 278**

11.1 Lenguajes	278
11.2 Conjunto de instrucciones	279
11.3 Programas en lenguaje ensamblador	285
11.4 Subrutinas	290
11.5 Tablas de consulta	293
11.6 Sistemas embebidos	296
Resumen	300
Problemas	300

**12. Lenguaje C 302**

12.1 ¿Por qué el lenguaje C?	302
12.2 Estructura de un programa	302
12.3 Control de flujo y ciclos	309
12.4 Arreglos	313
12.5 Apuntadores	314
12.6 Desarrollo de programas	316
12.7 Ejemplos de programas	317
12.8 Programas Arduino	319
Resumen	323
Problemas	323

**13. Sistemas de entrada/salida 326**

13.1 Interfaces	326
13.2 Direccionamiento entrada/salida	326

13.3	Requerimientos de una interfaz	329	V. MODELOS DE SISTEMAS	411	
13.4	Adaptadores de interfaz para dispositivos periféricos	336	<b>17. Modelos de sistemas básicos</b>	<b>413</b>	
13.5	Interfaz para comunicaciones en serie	341	17.1	Modelos matemáticos	413
13.6	Ejemplos de acoplamiento mediante interfaz	344	17.2	Bloques funcionales de sistemas mecánicos	414
	Resumen	347	17.3	Bloques funcionales de sistemas eléctricos	422
	Problemas	348	17.4	Bloques funcionales de sistemas de fluidos	426
			17.5	Bloques funcionales de sistemas térmicos	433
				Resumen	436
				Problemas	437
<b>14.</b>	<b>Controladores lógicos programables</b>	<b>349</b>	<b>18. Modelado de sistemas</b>	<b>439</b>	
14.1	Controladores lógicos programables	349	18.1	Sistemas de ingeniería	439
14.2	Estructura básica del PLC	349	18.2	Sistemas rotacional-traslacional	439
14.3	Procesamiento de la entrada/salida	353	18.3	Sistemas electromecánicos	440
14.4	Programación en escalera o ladder	354	18.4	Linealidad	443
14.5	Lista de instrucciones	358	18.5	Sistemas hidromecánicos	445
14.6	Enclavamiento y relevadores internos	361		Resumen	448
14.7	Secuenciación	363		Problemas	448
14.8	Temporizadores y contadores	364			
14.9	Registros de corrimiento	367			
14.10	Controles maestro y de salto	368			
14.11	Manejo de datos	369			
14.12	Entrada/salida analógica	371			
	Resumen	373			
	Problemas	374			
<b>15.</b>	<b>Sistemas de comunicación</b>	<b>376</b>	<b>19. Respuestas dinámicas de sistemas</b>	<b>449</b>	
15.1	Comunicaciones digitales	376	19.1	Modelado de sistemas dinámicos	449
15.2	Control centralizado, jerárquico y distribuido	376	19.2	Terminología	450
15.3	Redes	379	19.3	Sistemas de primer orden	452
15.4	Protocolos	381	19.4	Sistemas de segundo orden	458
15.5	Modelo de interconexión de sistemas abiertos	382	19.5	Medidas de desempeño de los sistemas de segundo orden	464
15.6	Interfaces de comunicación en serie	385	19.6	Identificación de sistemas	467
15.7	Interfaces de comunicación paralela	391		Resumen	467
15.8	Protocolos inalámbricos	394		Problemas	469
	Resumen	395			
	Problemas	395			
<b>16.</b>	<b>Localización de fallas</b>	<b>397</b>	<b>20. Funciones de transferencia de sistemas</b>	<b>471</b>	
16.1	Técnicas para detección de fallas	397	20.1	La función de transferencia	471
16.2	Temporizador vigilante	398	20.2	Sistemas de primer orden	474
16.3	Verificación de paridad y codificación de errores	399	20.3	Sistemas de segundo orden	476
16.4	Fallas comunes de hardware	400	20.4	Sistemas en serie	478
16.5	Sistemas basados en microprocesadores	402	20.5	Sistemas con lazos de realimentación	479
16.6	Emulación y simulación	405	20.6	Efecto de la ubicación de los polos en respuesta transitoria	480
16.7	Sistemas basados en PLC	407		Resumen	484
	Resumen	409		Problemas	484
	Problemas	410			

<b>21. Respuesta en frecuencia</b>	<b>486</b>	<b>23. Inteligencia artificial</b>	<b>528</b>
21.1 Entrada senoidal	486	23.1 ¿Qué significa inteligencia artificial?	528
21.2 Fasores	487	23.3 Percepción y cognición	528
21.3 Respuesta en frecuencia	489	23.3 Razonamiento	530
21.4 Diagramas de Bode	492	23.4 Aprendizaje	533
21.5 Especificaciones de desempeño	501	Resumen	534
21.6 Estabilidad	502	Problemas	534
Resumen	503	<b>VI. CONCLUSIÓN</b>	<b>535</b>
Problemas	504		
<b>22. Controladores en lazo cerrado</b>	<b>505</b>	<b>24. Sistemas mecatrónicos</b>	<b>537</b>
22.1 Procesos continuos y discretos	505	24.1 Diseños mecatrónicos	537
22.2 Terminología	507	24.2 Casos de estudio	548
22.3 Modo de control de dos posiciones	509	24.3 Robótica	563
22.4 Modo de control proporcional	510	Resumen	567
22.5 Control derivativo	512	Problemas y tareas	567
22.6 Control integral	514	Tareas para investigación	568
22.7 Control PID	516	Tareas para diseño	568
22.8 Controles digitales	517	Apéndices	569
22.9 Desempeño de los sistemas de control	520	A. La transformada de Laplace	571
22.10 Sintonización de controladores	521	B. Sistemas numéricos	581
22.11 Control de velocidad	523	C. Álgebra booleana	587
22.12 Control adaptable	523	D. Conjuntos de instrucciones	596
Resumen	526	E. Funciones en biblioteca de C	601
Problemas	527	F. MATLAB y SIMULINK	604
		G. Análisis de circuitos eléctricos	610
		Información adicional	620
		Respuestas	624
		Índice analítico	639