



# Contenido

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

**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. MODELOS DE SISTEMAS 239****10. Modelos de sistemas básicos 241**

10.1 Modelos matemáticos	241
10.2 Bloques funcionales de sistemas mecánicos	242
10.3 Bloques funcionales de sistemas eléctricos	250
10.4 Bloques funcionales en sistemas de fluidos	254
10.5 Bloques funcionales de los sistemas térmicos	261
Resumen	264
Problemas	265

**11. Modelado de sistemas 267**

11.1 Sistemas en ingeniería	267
11.2 Sistemas rotacional-traslacional	267
11.3 Sistemas electromecánicos	268
11.4 Linealidad	271
11.5 Sistemas hidromecánicos	273
Resumen	276
Problemas	276

**12. Respuestas dinámicas de sistemas 277**

12.1 Modelado de sistemas dinámicos	277
12.2 Terminología	278
12.3 Sistemas de primer orden	280
12.4 Sistemas de segundo orden	286
12.5 Medidas de desempeño de los sistemas de segundo orden	292
12.6 Identificación de sistemas	295
Resumen	295
Problemas	297

**13. Funciones de transferencia de sistemas 299**

13.1 La función de transferencia	299
13.2 Sistemas de primer orden	302

13.3	Sistemas de segundo orden	304
13.4	Sistemas en serie	306
13.5	Sistemas con lazos de realimentación	307
13.6	Efecto de la ubicación de los polos en la respuesta transitoria	308
	Resumen	312
	Problemas	312

## **14. Respuesta en frecuencia 314**

14.1	Entrada senoidal	314
14.2	Fasores	315
14.3	Respuesta en frecuencia	317
14.4	Diagramas de Bode	320
14.5	Especificaciones de desempeño	329
14.6	Estabilidad	330
	Resumen	331
	Problemas	332

## **15. Controladores en lazo cerrado 333**

15.1	Procesos continuos y discretos	333
15.2	Terminología	335
15.3	Modo de control de dos posiciones	337
15.4	Modo de control proporcional	338
15.5	Control derivativo	340
15.6	Control integral	342
15.7	Controlador PID	344
15.8	Controladores digitales	345
15.9	Desempeño de los sistemas de control	348
15.10	Sintonización de controladores	349
15.11	Control de velocidad	351
15.12	Control adaptable	351
	Resumen	354
	Problemas	355

## **16. Inteligencia artificial 356**

16.1	¿Qué significa inteligencia artificial?	356
16.2	Percepción y cognición	356
16.3	Razonamiento	358
16.4	Aprendizaje	361
	Resumen	362
	Problemas	362

## **V. SISTEMAS DE MICROPROCESADORES 363**

### **17. Microprocesadores 365**

17.1	Control	365
17.2	Sistemas microprocesadores	365
17.3	Microcontroladores	377
17.4	Aplicaciones	394
17.5	Programación	396
	Resumen	399
	Problemas	399

### **18. Lenguaje ensamblador 400**

18.1	Lenguajes	400
18.2	Conjuntos de instrucciones	401
18.3	Programas en lenguaje ensamblador	407
18.4	Subrutinas	412
18.5	Tablas de consulta	415
18.6	Sistemas embebidos	418
	Resumen	422
	Problemas	422

### **19. Lenguaje C 424**

19.1	¿Por qué el lenguaje C?	424
19.2	Estructura de un programa	424
19.3	Control de flujo y ciclos	431
19.4	Arreglos	435
19.5	Apuntadores	436
19.6	Desarrollo de programas	438
19.7	Ejemplos de programas	439
	Resumen	441
	Problemas	442

### **20. Sistemas de entrada/salida 444**

20.1	Interfases	444
20.2	Direccionamiento entrada/salida	444
20.3	Requerimientos de una interfase	447
20.4	Adaptadores de interfase para dispositivos periféricos	454

20.5	Interfase para comunicaciones en serie	459	Resumen	513	
20.6	Ejemplos de acoplamiento mediante interfase	462	Problemas	513	
	Resumen	465			
	Problemas	466			
<b>21. Controladores lógicos programables</b>		<b>467</b>	<b>23. Localización de fallas</b>	<b>515</b>	
21.1	Controladores lógicos programables	467	23.1	Técnicas para detección de fallas	515
21.2	Estructura básica del PLC	467	23.2	Temporizador vigilante	516
21.3	Procesamiento de la entrada/salida	471	23.3	Verificación de paridad y codificación de errores	517
21.4	Programación en escalera	472	23.4	Fallas comunes de hardware	518
21.5	Lista de instrucciones	476	23.5	Sistemas basados en microprocesadores	520
21.6	Enclavamiento y relevadores internos	479	23.6	Emulación y simulación	523
21.7	Secuenciación	481	23.7	Sistemas basados en PLC	525
21.8	Temporizadores y contadores	482		Resumen	527
21.9	Registros de corrimiento	485		Problemas	528
21.10	Controles maestro y de salto	486	VI. CONCLUSIÓN		529
21.11	Manejo de datos	487	<b>24. Sistemas mecatrónicos</b>	<b>531</b>	
21.12	Entrada/salida analógica	489	24.1	Diseños mecatrónicos	531
	Resumen	491	24.2	Casos de estudio	542
	Problemas	492		Resumen	525
				Problemas y tareas	525
<b>22. Sistemas de comunicación</b>		<b>494</b>	Apéndices		
22.1	Comunicaciones digitales	494	A.	La transformada de Laplace	561
22.2	Control centralizado, jerárquico y distribuido	494	B.	Sistemas numéricos	571
22.3	Redes	497	C.	Álgebra booleana	577
22.4	Protocolos	499	D.	Conjuntos de instrucciones	586
22.5	Modelo de interconexión de sistemas abiertos	500	E.	Funciones en biblioteca de C	591
22.6	Interfases de comunicación en serie	503	F.	MATLAB y SIMULINK	594
22.7	Interfases de comunicación paralela	509	G.	Análisis de circuitos eléctricos	600
22.8	Protocolos inalámbricos	512	Información adicional		610
			Respuestas		612
			Índice		627