

Prólogo	XI
Presentación	XV
1 Introducción a los sistemas de medida	1
1.1 Conceptos generales y terminología	1
1.1.1 Sistemas de medida	1
1.1.2 Sensores, transductores y accionamientos	2
1.1.3 Acondicionamiento y presentación	4
1.1.4 Interfases, dominios de datos y conversiones	4
1.2 Tipos de transductores	6
1.3 Configuración general entrada-salida	7
1.3.1 Interferencias y perturbaciones internas	7
1.3.2 Técnicas de compensación	9
1.4 Características estáticas de los sistemas de medida	10
1.4.1 Exactitud, fidelidad, sensibilidad	10
1.4.2 Otras características: linealidad, resolución	13
1.4.3 Errores sistemáticos	15
1.4.4 Errores aleatorios	15
1.5 Características dinámicas de los sistemas de medida	16
1.5.1 Sistemas de medida de orden cero	17
1.5.2 Sistemas de medida de primer orden	18
1.5.3 Sistemas de medida de segundo orden	21
1.6 Características de entrada: impedancia	26
1.7 Sensores primarios	27
1.7.1 Sensores de temperatura: bimetales	28
1.7.2 Sensores de presión	29
1.7.3 Sensores de flujo y caudal	33
1.7.4 Sensores de fuerza y par	37
1.8 Problemas	38
Bibliografía	39
2 Transductores resistivos	41
2.1 Potenciómetros	41
2.2 Galgas extensométricas	45

2.2.1	Fundamento: efecto piezorresistivo	45
2.2.2	Tipos y aplicaciones	50
2.3	Detectores de temperatura resistivos (RTD)	52
2.4	Termistores	55
2.4.1	Modelos	55
2.4.2	Tipos y aplicaciones	61
2.4.3	Linealización	65
2.5	Magnetorresistencias	68
2.6	Fotorresistencias (LDR)	69
2.7	Higrómetros resistivos	74
2.8	Problemas	75
	Bibliografía	78
3	Acondicionadores de señal para transductores resistivos	79
3.1	Medida de resistencias	79
3.2	Divisores de tensión	82
3.2.1	Potenciómetros	82
3.2.2	Aplicación a termistores	90
3.2.3	Medidas dinámicas	92
3.3	Puente de Wheatstone. Medidas por comparación	93
3.4	Puente de Wheatstone. Medidas por deflexión	96
3.4.1	Sensibilidad y linealidad	96
3.4.2	Linealización analógica de puentes resistivos	101
3.4.3	Calibración de puentes de transductores	102
3.4.4	Medidas diferenciales y medias. Compensaciones	103
3.4.5	Alimentación del puente de Wheatstone	110
3.4.6	Alternativas para la detección en el puente de Wheatstone	114
3.5	Amplificadores de instrumentación	115
3.5.1	Su necesidad: amplificadores diferenciales	119
3.5.2	Amplificador de instrumentación basado en dos amplificadores operacionales	119
3.5.3	Amplificador de instrumentación basado en tres amplificadores operacionales	120
3.5.4	Amplificadores de instrumentación monolíticos	123
3.6	Interferencias	125
3.6.1	Tipos de interferencias y su reducción	125
3.6.2	Puesta a masa de circuitos de señal	130
3.6.3	Puesta a masa de blindajes	131
3.6.4	Amplificadores de aislamiento	136
3.7	Problemas	138
	Bibliografía	141
4	Transductores de reactancia variable y electromagnéticos	143
4.1	Transductores capacitivos	143
4.1.1	Condensador variable	143

4.1.2	Condensador diferencial	152
4.2	Transductores inductivos	155
4.2.1	Transductores basados en una variación de reluctancia	155
4.2.2	Transductores basados en las corrientes de Foucault ..	160
4.2.3	Transformadores diferenciales (LVDT)	162
4.2.4	Transformadores variables	169
4.2.5	Transductores magnetoelásticos	182
4.3	Transductores electromagnéticos	184
4.3.1	Transductores basados en la ley de Faraday	184
4.3.2	Transductores basados en el efecto Hall	190
4.4	Problemas	194
	Bibliografía	196
5	Acondicionadores de señal para transductores de reactancia variable	197
5.1	Problemas y alternativas	197
5.2	Puentes de alterna	200
5.2.1	Sensibilidad y linealidad	200
5.2.2	Linealización analógica de puentes capacitivos	203
5.2.3	Amplificadores de alterna. Desacoplamiento	204
5.2.4	Blindajes electrostáticos. Guardas activas	207
5.3	Amplificadores de portadora	209
5.3.1	Su necesidad y estructura	209
5.3.2	Detectores de fase	213
5.3.3	Aplicación al LVDT	218
5.4	Osciladores variables	220
5.4.1	Osciladores senoidales	220
5.4.2	Osciladores de relajación	224
5.5	Convertidores resolver a digital y digital a resolver	225
5.5.1	Convertidores sincro-resolver	226
5.5.2	Convertidores digital a resolver (D/R)	229
5.5.3	Convertidores resolver a digital (R/D)	230
5.6	Problemas	231
	Bibliografía	234
6	Transductores generadores	235
6.1	Transductores termoelectrónicos: termopares	235
6.1.1	Efectos termoelectrónicos	235
6.1.2	Tipos de termopares	239
6.1.3	Normas de aplicación práctica para los termopares ...	244
6.1.4	Compensación de la unión de referencia en circuitos de termopares	246
6.2	Transductores piezoeléctricos	249
6.2.1	Efecto piezoeléctrico	249
6.2.2	Materiales piezoeléctricos	253
6.2.3	Aplicaciones	254
6.3	Transductores piroeléctricos	259

6.3.1	Efecto piroeléctrico	259
6.3.2	Materiales piroeléctricos	261
6.3.3	Radiación: Leyes de Planck, Wien y Stefan-Boltzman	262
6.3.4	Aplicaciones	264
6.4	Transductores fotovoltaicos	265
6.4.1	Efecto fotovoltaico	265
6.4.2	Materiales y aplicaciones	266
6.5	Transductores electroquímicos	267
6.6	Problemas	269
	Bibliografía	271
7	Acondicionadores de señal para transductores generadores	273
7.1	Amplificadores troceadores y de baja deriva	274
7.1.1	Desequilibrios y derivas en amplificadores operacionales	274
7.1.2	Amplificadores troceadores (chopper)	277
7.1.3	Amplificadores compensados por troceador	279
7.1.4	Amplificadores con autocorrección de la deriva	280
7.1.5	Desequilibrios y derivas en amplificadores de instrumentación	282
7.2	Amplificadores electrométricos	283
7.3	Amplificadores de carga	287
7.4	Ruido en amplificadores	291
7.4.1	Ruido en amplificadores operacionales	291
7.4.2	Ruido en amplificadores de instrumentación	297
7.5	Problemas	299
	Bibliografía	301
8	Transductores digitales	303
8.1	Codificadores de posición	303
8.1.1	Codificadores incrementales	304
8.1.2	Codificadores absolutos	309
8.2	Transductores de frecuencia variable	312
8.2.1	Termómetros digitales de cuarzo	313
8.2.2	Galgas acústicas	314
8.2.3	Transductores basados en cilindros vibrantes	316
8.2.4	Transductores basados en dispositivos de ondas superficiales (SAW)	317
8.2.5	Caudalímetros de vórtices (digitales)	318
8.3	Problemas	319
	Bibliografía	319
9	Otros métodos de transducción	321
9.1	Transductores basados en uniones semiconductoras	321
9.1.1	Termómetros basados en uniones semiconductoras	322
9.1.2	Magnetodiodos y magnetotransistores	326

9.1.3	Fotodiodos y fototransistores	327
9.2	Transductores basados en transistores MOSFET	333
9.3	Transductores basados en ultrasonidos	336
9.3.1	Fundamento	336
9.3.2	Aplicaciones	337
9.4	Transductores basados en fibras ópticas	339
9.5	Problemas	343
	Bibliografía	345
10	Telemida y adquisición de datos	347
10.1	Estructura del sistema de adquisición de datos	348
10.2	Estructura de los sistemas de telemida	351
10.3	Telemida por amplitud	352
10.3.1	Telemida por tensión	352
10.3.2	Telemida por corriente	355
10.4	Telemida por frecuencia	360
10.4.1	Convertidores tensión-frecuencia (V/F)	361
10.4.2	Convertidores frecuencia-tensión (F/V)	365
10.5	Sistemas de multiplexado	366
10.5.1	Multiplexado por división de la frecuencia (FDM) ...	366
10.5.2	Multiplexado por división del tiempo (TDM)	369
10.6	Problemas	373
	Bibliografía	374
	Bibliografía general	375
	Bibliografía en castellano	383
	Apéndice: soluciones de los problemas	385