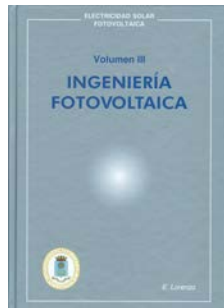


1. Lorenzo, Eduardo. Electricidad solar fotovoltaica. Vol. 3, Ingeniería fotovoltaica. Mairena de Aljarafe (Sevilla) : PROGENSA, 2014. 997p.

ISBN 978-84-95693-32-7 (Vol. III)

Signatura: IB/620.9 LOR ele



[Índice](#)

2. Río, Jesús del. Conformación plástica de materiales metálicos (en frío y en caliente). Madrid : CIE Inversiones Editoriales Dossat-2000, 2005. 655 p.

ISBN 84-96437-09-4

Signatura: IB/669 RIO con



[Índice](#)

3. Ogata, Katsuhiko. Ingeniería de control moderna. Madrid : Prentice Hall, D.L. 2010. X, 894 p.

ISBN 978-84-8322-660-5

Signatura: IB/681.5 OGA ing



[Índice](#)

4. Gordillo Arias de Saavedra, José Manuel. Introducción a la mecánica de fluidos. Madrid : Paraninfo, D.L. 2017. 368 p.

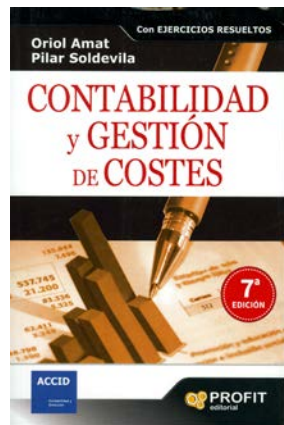
ISBN 978-84-283-3973-5

Signatura: IB/531.3 GOR int



[Índice](#)

5. Amat, Oriol. Contabilidad y gestión de costes. Barcelona : Profit, cop. 2015. 331 p.
ISBN 978-84-92956-29-6
Signatura: IB/657 AMA con



[Índice](#)

6. Pallás Areny, Ramón. Sensores y acondicionadores de señal : problemas resueltos. Barcelona : Marcombo, D.L. 2008. IX, 217 p.
ISBN 978-84-267-1494-7
Signatura: IB/621.38 PAL sen



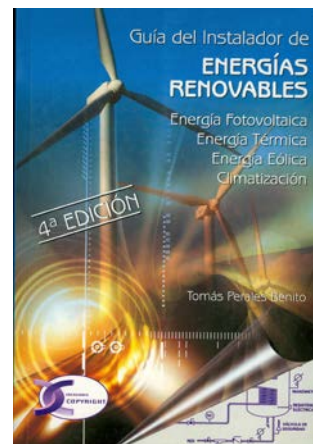
[Índice](#)

7. Muñiz, Luis. Control presupuestario : planificación, elaboración, implantación y seguimiento del presupuesto. Barcelona : Profit, cop. 2009. 224 p.
ISBN 978-84-96998-94-0
Signatura: IB/657.31 MUÑ con



[Índice](#)

8. Perales Benito, Tomás. Guía del instalador de energías renovables. Las Rozas (Madrid) : Creaciones Copyright, D.L. 2009. 254 p.
ISBN 978-84-96300-56-9
Signatura: IB/620.9 PER gui



[Índice](#)

9. Trashorras Montecelos, Jesús. Sistemas eléctricos en centrales. Madrid : Paraninfo, 2016. XII, 306 p.
ISBN 978-84-283-3718-2
Signatura: IB/621.31 TRA sis



[Índice](#)

10. Álvarez Pulido, Manuel. Alternadores de grupos electrógenos. Barcelona : Marcombo, 2013. 177 p.
ISBN 978-84-267-2060-3
Signatura: IB/621.31 ALV alt



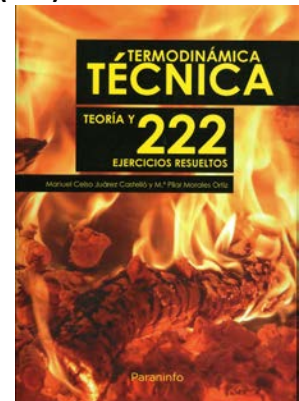
[Índice](#)

11. Urquía Moraleda, Alfonso. Métodos de simulación y modelado. Madrid : Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2016. 655 p.
ISBN 978-84-362-7158-4
Signatura: IB/681.5 URQ met



[Índice](#)

12. Juárez Castelló, Manuel Celso. Termodinámica técnica : teoría y 222 ejercicios resueltos. Madrid : Paraninfo, 2017. 428 p.
ISBN 978-84-283-3711-3
Signatura: IB/536.7(076) JUA ter



[Índice](#)

13. Angulo Usategui, José María.
Microcontroladores "PIC" : diseño práctico de
aplicaciones. Madrid [etc.] : McGraw-Hill,
1999. XIII, 295 p.

Signatura: IB/681.5 ANG mic



[Índice](#)

Ingeniería fotovoltaica

ÍNDICE

Índice

<i>Prefacio</i> , por Javier Muñoz	11
<i>Prólogo del autor</i>	15
<i>Nomenclatura</i>	21
1 Los materiales	29
1.1 Introducción	29
1.2 Aplicaciones fotovoltaicas	30
1.2.1 Aplicaciones aisladas	30
1.2.2 Conexión a red	33
1.3 Módulos y generadores fotovoltaicos	35
1.3.1 La curva $I-V$	37
1.3.2 Características en flash y a sol real	39
1.3.3 Normas y fiabilidad	44
1.3.4 De las CEM a las condiciones reales de operación	45
1.4 Inversores	48
1.4.1 Puente en H y modulación unipolar	48
1.4.2 Inversores con y sin transformador	51
1.4.3 Inversores para centrales conectadas a la red de media tensión	52
1.4.4 Inversores inteligentes	54
1.4.5 Eficiencia en potencia y eficiencia energética	56
1.4.6 Tamaño relativo de generadores e inversores	58
1.4.7 Inversores para aplicaciones aisladas	59
1.5 Baterías	59
1.5.1 Funcionamiento y fenómenos espurios	60
1.5.2 Baterías para aplicaciones aisladas	62
1.5.3 Estado de carga, densidad y voltaje	63
1.5.4 Eficiencia	65
1.5.5 Baterías para conexión a red	65
1.6 Reguladores de carga	65
1.7 Luminarias	67
1.8 Bombas de agua	69
1.9 Radiación solar	70
1.9.1 Radiación extra-atmosférica	70
1.9.2 Radiación terrestre: componentes, índice de claridad y fracción de difusa	72
1.9.3 Masa de aire y espectro	73
1.9.4 Cielos despejados y nublados	75

ÍNDICE

1.9.5 Bases de datos de radiación horizontal	75
1.9.6 Perfiles de irradiancia	78
1.9.7 Radiación incidente sobre los generadores	79
1.10 El coste del kWh fotovoltaico	80
 2 Seguridad eléctrica y fiabilidad	 83
2.1 Introducción	83
2.2 Accidentes y riesgos	85
2.3 Contactos directo e indirecto	86
2.3.1 Choque eléctrico y límites de seguridad	87
2.3.2 Resistencia de aislamiento de un generador fotovoltaico	88
2.3.3 Fallos de aislamiento	90
2.3.4 Muy baja tensión	92
2.3.5 Aislamiento reforzado, o de clase II	94
2.3.6 Puesta a tierra de las masas	95
2.3.7 Configuración flotante	97
2.3.7.1 Vigilancia de aislamiento	99
2.3.7.2 A vueltas con la resistencia de aislamiento de los generadores	101
2.3.7.3 Reacciones frente al fallo de aislamiento	104
2.3.7.4 Eliminación automática de la tensión	106
2.3.7.5 Avisos	106
2.3.7.6 La capacidad parásita	107
2.3.8 Configuraciones puestas a tierra	108
2.3.8.1 TT y TN	108
2.3.8.2 Dónde hacer la puesta a tierra	110
2.3.8.3 Detección del fallo de aislamiento	111
2.3.9 Cuando el inversor no tiene aislamiento galvánico	111
2.3.10 La cuestión de la unicidad de la tierra	114
2.4 Sobrecorrientes	116
2.4.1 Cables, secciones y caídas de tensión	116
2.4.2 Cortocircuitos, cables, módulos fotovoltaicos y fusibles	117
2.4.3 Cadenas de fusibles	120
2.4.4 Cuando hay baterías	122
2.5 Sobretensiones	123
2.5.1 Nubes, rayos y truenos	126
2.5.2 Acoplamiento galvánico	127
2.5.2.1 Pararrayos: ¿sí o no?	127
2.5.3 Acoplamiento inductivo	128
2.5.3.1 Descargadores de sobretensiones	130

ÍNDICE

2.5.3.2	Instalación de descargadores	132
2.5.3.3	Cuando las masas no son accesibles	134
2.5.3.4	Cuando hay pararrayos	135
2.5.3.5	Sistemas fotovoltaicos para electrificación rural	135
2.5.4	Acoplamiento capacitivo	136
2.6	Maniobra	137
2.6.1	Interruptores DC	137
2.6.2	Cadenas de interruptores	140
2.7	Puntos y células calientes	141
2.7.1	En presencia de sombras	141
2.7.2	Con suciedad	144
2.7.3	En cortocircuito	146
2.7.4	Por defectos de fabricación	148
2.7.5	Grietas y electroluminiscencia, soldaduras defectuosas	151
2.7.6	Temperatura y tensión de operación	152
2.7.7	Enfrentando el problema	154
2.8	Interacciones con la red eléctrica	155
2.8.1	Protecciones frente a disturbios en la red	157
2.8.1.1	Funcionamiento en isla	157
2.8.1.2	Frecuencia o tensión fuera de rango	158
2.8.2	Ayudando a la normalidad	158
2.8.2.1	Huecos de tensión	158
2.8.2.2	Control de frecuencia	159
2.8.2.3	Control de tensión	160
2.8.2.4	Capacidad de acogida fotovoltaica	163
2.8.3	Fluctuaciones de potencia	165
3	Producción y dimensionado	
3.1	Introducción	169
3.2	Posición del Sol	170
3.3	Posición de la superficie receptora y ángulo de incidencia	172
3.3.1	Superficies estáticas	172
3.3.2	Superficies que siguen al Sol	172
3.3.2.1	En un eje vertical, o azimutal	173
3.3.2.2	En un eje horizontal	174
3.3.2.3	En un eje inclinado	175
3.3.2.4	En un eje polar	177
3.3.2.5	En un eje desorientado	177
3.3.2.6	En un eje inclinado y desorientado	177
3.3.2.7	En dos ejes	178

3.4 Sombras y retroseguimiento	178
3.4.1 Con generadores estáticos	179
3.4.1.1 Bien orientados al Sur	179
3.4.1.2 Desorientados	180
3.4.1.3 Desorientados e inclinados	181
3.4.2 Con seguimiento	181
3.4.2.1 En un eje horizontal	182
3.4.2.2 En un eje inclinado o desorientado	183
3.4.2.3 En un eje vertical	183
3.4.2.4 En dos ejes, con el principal vertical	189
3.4.2.5 En dos ejes, con el principal horizontal	189
3.4.3 Otras disposiciones	192
3.4.3.1 Cubiertas desorientadas	192
3.4.3.2 Fachadas	193
3.4.3.3 Seguidores en persiana	194
3.5 Sombra geométrica y sombra eficaz	195
3.5.1 Algunos experimentos con sombras	198
3.5.2 Sombras y producción energética	202
3.6 Perfiles de irradiancia	203
3.6.1 Modelo de cielo medio	203
3.6.2 Modelo de cielo despejado y cielo nublado	204
3.6.3 Otros modelos	207
3.7 Simulación del comportamiento energético con IESPRO	207
3.7.1 Principio de funcionamiento	208
3.7.2 Datos de entrada, modelos, escenarios de pérdidas y resultados	211
3.8 Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos	214
3.8.1 Sistemas autónomos con baterías	214
3.8.2 Sistemas para bombear agua	217
4 Diseños representativos	
4.1 Introducción	221
4.2 Datos del lugar	221
4.3 Central conectada a red y sobre suelo	222
4.3.1 Elección de equipos y constitución del generador	222
4.3.2 Generadores estáticos: ángulo de inclinación y separación	225
4.3.3 Desviaciones de la orientación	227
4.3.4 Seguidores versus generadores estáticos	228
4.3.5 El tamaño relativo del generador y del inversor	229
4.4 Generadores fotovoltaicos sobre tejados	230

ÍNDICE

4.4.1 Con las aguas orientadas al Este y al Oeste	231
4.4.2 Con las aguas orientadas al Norte y al Sur	233
4.4.3 Con las aguas orientadas al Suroeste y al Nordeste	234
4.5 Generadores fotovoltaicos sobre fachadas	235
4.5.1 El valor añadido del sombreado	236
4.6 Sistema autónomo con batería	237
4.6.1 Elección de equipos	237
4.6.2 Inclinación del generador	238
4.6.3 Dimensionado	240
4.6.4 Comentario	241
4.7 Bombeo de agua	242
4.7.1 Elección de equipos	242
4.7.2 Inclinación del generador	243
4.7.3 Dimensionado	244
4.8 Diseños para latitudes bajas	246
4.8.1 Datos del lugar	246
4.8.2 Radiación solar más homogénea	246
4.8.3 Generadores más compactos y menos inclinados	247
4.8.4 Seguidores, mejor de eje horizontal	249
4.8.5 Cubiertas y fachadas	250
4.8.6 Sistemas autónomos más pequeños	250
4.8.7 Sistemas de bombeo algo más grandes	251
 5 Caracterización, evaluación y control de calidad	 253
5.1 Introducción	253
5.2 Medida de las condiciones ambientales y de operación	254
5.2.1 Piranómetros	254
5.2.2 Células de referencia	256
5.2.3 Módulos de referencia	256
5.2.4 Observaciones satelitales	260
5.2.5 Termómetros y anemómetros	262
5.2.6 Algunos ejemplos reales	262
5.2.6.1 Caso 1: Piranómetros y radiación horizontal	262
5.2.6.2 Caso 2: Células de referencia y radiación horizontal	263
5.2.6.3 Caso 3: Células de referencia y radiación horizontal e inclinada	264
5.2.6.4 Caso 4: Termopares, módulos de referencia y temperatura de célula	265
5.3 Caracterización de generadores	266
5.3.1 Trazadores de curvas $I-V$	266
5.3.2 Vatímetros y contadores	269

5.4 Caracterización de inversores	272
5.5 Evaluación de sistemas conectados a la red	272
5.5.1 A la búsqueda de lo más fácil	273
5.5.2 A la búsqueda de lo más cierto	274
5.5.2.1 Pérdidas por temperatura	275
5.5.2.2 Pérdidas por baja irradiancia	275
5.5.2.3 Pérdidas por sombreado	276
5.5.2.4 Pérdidas por conversión DC/AC	277
5.5.2.5 Pérdidas por saturación de inversores	277
5.5.2.6 Pérdidas por conversión BT/MT	278
5.5.2.7 Pérdidas en el cableado	278
5.5.2.8 Diagramas de Sankey	279
5.5.2.9 Ejemplo	280
5.5.3 Índices de calidad: PR , PR_{CEM} y PI	281
5.5.4 Comprobación y coherencia de datos	283
5.5.4.1 Estimación de NOTC	283
5.5.4.2 Estimación de la ganancia de irradiación	284
5.5.5 Anomalías y disponibilidad	285
5.6 Control de calidad	286
5.6.1 Fundamentos	287
5.6.1.1 Respuesta en potencia	287
5.6.1.2 Sistema ideal y sistema real	287
5.6.1.3 Limpieza de los generadores	289
5.6.1.4 Escenarios de pérdidas	289
5.6.2 Estimación de la producción energética anual	291
5.6.3 Ensayos de recepción provisional	292
5.6.4 Ensayos de recepción final	293
5.6.5 Garantías de producción	294
5.6.6 Informes diarios, mensuales y anuales	294

Conformación plástica de materiales metálicos

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	15
DENOMINACIONES DE LAS MAGNITUDES FÍSICAS.....	19
SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES.....	21
OTRAS UNIDADES UTILIZADAS EN LA PRÁCTICA INDUSTRIAL	22
CONSTANTES FÍSICAS DE USO CORRIENTE	23

1.ª PARTE

MATERIALES METÁLICOS SUSCEPTIBLES DE SER DEFORMADOS, TANTO EN FRÍO COMO EN CALIENTE. SUS PROPIEDADES

1. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES METÁLICOS SÓLIDOS.	
DEFINICIONES Y DENOMINACIONES.....	27
1.1. Constitución interna de los materiales metálicos sólidos.....	27
1.2. Comportamiento elástico y comportamiento plástico.	
Módulos técnicos e inicio del flujo plástico.....	33
1.3. Curvas tensión-deformación.....	39
1.4. Características normalizadas del comportamiento mecánico	
de los materiales	44
1.5. Ensayos de rotura por tracción	45
1.6. Ensayos de dureza	48
1.7. Ensayos de resiliencia	56
1.8. Otras características técnicas importantes.....	59
1.9. Corrosión metálica	59
1.10. Fatiga mecánica	62
1.11. Erosión de los materiales metálicos	64
1.12. Maquinabilidad	65
1.13. Tamaño de grano.....	65
1.14. Fracturas de los materiales	66
1.15. Anisotropía de deformación. Fibra de los productos metálicos.	68
1.16. Modificación de las propiedades iniciales de los materiales	
deformados. Los tratamientos térmicos.....	71
2. PROPIEDADES ELÁSTICAS DE LOS SÓLIDOS	75
2.1. El tensor de tensiones	75
2.2. El tensor de deformaciones	77
2.3. Relaciones entre tensiones y deformaciones. Constantes	
elásticas	79

2.4.	Relación entre constantes elásticas y módulos técnicos, en cristales del sistema cúbico.....	81
2.5.	Tensiones principales y esfuerzos cortantes máximos.....	82
2.6.	Expresión de los criterios de fluencia en función de las tensiones principales. Consecuencias	84
3.	CRISTALOGRAFÍA.....	85
3.1.	Forma y estructura ideal de las formaciones cristalinas.....	85
3.2.	Elementos de simetría de una red espacial	86
3.3.	Las catorce redes espaciales. Los siete sistemas cristalinos	90
3.4.	Notaciones y denominaciones de los elementos de una red espacial. Grupos puntuales y espaciales de simetría	93
3.5.	Sustancias que cristalizan en los distintos sistemas cristalinos..	99
3.6.	Deformación de cristales metálicos y de aleaciones metálicas.....	100
4.	PROPIEDADES PLÁSTICAS DE LOS SÓLIDOS. TEORÍA DE LAS DISLOCACIONES CRISTALINAS.	105
4.1.	Constitución interna de un monocristal puro. Existencia de dislocaciones estructurales	105
4.2.	Tipos de dislocaciones. Dislocaciones simples y compuestas.	107
4.3.	Esfuerzo necesario para mover una dislocación	112
4.4.	Fuentes de dislocaciones. Apilamientos de dislocaciones	113
4.5.	Detección experimental de dislocaciones.....	113
4.6.	Más sobre las dislocaciones.....	114
4.7.	Naturaleza de los bordes de los granos	116
4.8.	Una explicación de la acritud metálica.....	117
4.9.	Nuevas técnicas de conformación de materiales metálicos ...	118
5.	MATERIALES DEFORMABLES EN FRÍO Y SUS CARACTERÍSTICAS	121
5.1.	Consideraciones generales	121
5.2.	Aceros dulces y aceros comerciales para deformación en frío ..	123
5.3.	Aceros finos al carbono, y aceros aleados, utilizados para la deformación en frío.	124
5.4.	Aceros para aplicaciones especiales, utilizados para la deformación en frío.	126
5.5.	Metales y aleaciones no férreas, para deformación en frío ...	126
5.6.	Materiales no metálicos, utilizados para deformación o corte en frío.....	129
5.7.	Ensayos especiales de chapas, flejes y pletinas: ensayos de plegado, de embutibilidad y de estirado.....	129
5.8.	Ensayos especiales de alambrones y alambres: ensayos de doblado, enrollamiento y torsión.....	133
5.9.	Ensayos especiales de tubos y productos tubulares: ensayos de abocardado, de aplastamiento y de curvado	134

6. MATERIALES DEFORMABLES EN CALIENTE Y SUS CARACTERÍSTICAS	137
6.1. Consideraciones generales. Ensayos de aplastamiento axial, de aplastamiento plano, de torsión y de flexión	137
6.2. Aceros en general, para deformación en caliente	142
6.3. Aluminio y aleaciones de aluminio, para deformación en caliente	153
6.4. Cobre y aleaciones de cobre, para deformación en caliente	157
6.5. Magnesio y aleaciones de magnesio, deformables en caliente ..	163
6.6. Titanio y aleaciones de titanio, deformables en caliente	165
6.7. Níquel y aleaciones de níquel, deformables en caliente	167
6.8. Deformación en caliente del Berilio y de sus aleaciones.....	168
6.9. Metales refractarios, deformables en caliente.....	169
6.10. Aleaciones de alta resistencia, deformables en caliente	170
6.11. Otros materiales deformables en caliente, de uso industrial .	172

2.ª PARTE

LOS MEDIOS INDUSTRIALES PARA PROVOCAR LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE LOS MATERIALES METÁLICOS

7. MAQUINARIA Y EQUIPOS PARA LA DEFORMACIÓN EN CALIENTE.....	175
7.1. La forja y la laminación: sus principios, niveles de temperaturas	175
7.2. Otras técnicas de deformación	180
7.3. Maquinaria principal usada en la industria	181
7.4. Maquinaria auxiliar.....	206
7.5. Utillajes usados en forja y laminación.....	213
7.6. Comportamiento energético de prensas y martillos.....	219
7.7. Automatización de procesos de fabricación	222
7.8. Sistemas de aislamiento en prensas y martillos.....	226
7.9. Instalaciones de forja y de laminación	230
8. MAQUINARIA Y EQUIPOS PARA LA DEFORMACIÓN EN FRÍO	235
8.1. Bancos de estirar barras y pletinas.....	235
8.2. Instalaciones de trefilado de alambres	236
8.3. Instalaciones de estirado en frío de tubos	238
8.4. Laminación en frío de bandas y flejes.....	239
8.5. Estirado en frío de chapas extensas.....	243
8.6. Prensas para cortar, doblar, plegar, embutir, etc.	244
8.7. Prensas transfer y máquinas especiales para extrusión y forja de acero o metales no ferrosos	249
8.8. Máquinas e instalaciones de enderezado de barras, tubos, chapas y perfiles	252

3.ª PARTE

TECNOLOGÍA Y PROCESOS DE CONFORMACIÓN EN FRÍO

9. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS ESFUERZOS Y EL TRABAJO NECESARIOS PARA LA DEFORMACIÓN EN FRÍO	259
9.1. Deformaciones simples, sin rozamiento ni distorsión	259
9.2. Efectos del rozamiento. Sistemas de lubricación y tipos de lubricantes	265
9.3. El rozamiento en la deformación plana: estirado de chapas; recalado de chapas.....	268
9.4. Efectos de la distorsión de las líneas de fluencia del material sobre los esfuerzos y las energías necesarias	274
10. PROCESOS DE ESTIRADO Y DE LAMINACIÓN EN FRÍO DE BARRAS, ALAMBRES, PLETINAS, BANDAS, FLEJES Y TUBOS.....	279
10.1. Estirado en frío de barras, alambres, y pletinas. Trefilado de alambres	279
10.2. Estirado en frío de tubos.....	284
10.3. Laminación de bandas y flejes en frío.....	294
11. CORTE Y PLEGADO EN PRENSA DE CHAPAS.....	305
11.1. Corte en prensa	305
11.2. Plegado en prensa	312
12. EMBUTICIÓN DE CHAPAS	319
12.1. Embutición con sujeción del material de partida	319
12.2. Embutición sin sujeción del material de partida y métodos de estirado de las paredes de los cuerpos embutidos.....	333
12.3. Operaciones especiales en piezas embutidas: recortado, rebordeado, formación de abultamientos, formación de estrechamientos	334
12.4. La embutición hidráulica	339
13. FORJA Y EXTRUSIÓN EN FRÍO. OTROS PROCEDIMIENTOS DE DEFORMACIÓN EN FRÍO	341
13.1. Preparación de los materiales para la forja y la extrusión en frío.....	341
13.2. Extrusión de cuerpos huecos en metales ligeros	342
13.3. Forja y extrusión en frío del acero	347
13.4. Otros procedimientos de deformación en frío: acuñado, hincado, estampación, aplanado y calibrado	356

4.ª PARTE**TECNOLOGÍA Y PROCESOS DE CONFORMACIÓN EN CALIENTE**

14. OPERACIONES ELEMENTALES DE DEFORMACIÓN EN CALIENTE	363
14.1. Clasificación de las operaciones elementales	363
14.2. Descripción y características del "recalcado" en caliente	364
14.3. Descripción y características de la "retención" en caliente ...	371
14.4. Descripción y características de la "extrusión" en caliente....	373
14.5. Descripción y características del "efecto trefilado" y del "efecto rebaba"	376
14.6. Descripción y características de la extrusión inducida o "filage". La rebaba en la forja.....	377
14.7. Descripción y características del "corte"	379
15. ASPECTOS CINEMÁTICOS Y ESTÁTICOS DE LA DEFORMACIÓN EN CALIENTE	381
15.1. Estudio geométrico de las distintas operaciones elementales de deformación.....	381
15.2. Primeras conclusiones sobre la cinemática de las deformaciones	385
15.3. Aspectos cinemáticos de las deformaciones en matriz cerrada.	386
15.4. Relación entre velocidades de deformación	387
15.5. Presión de estricta fluencia.....	388
15.6. La rebaba en la forja	393
15.7. Efectos de anisotermia	394
15.8. Cálculo de un cordón de matriz	396
16. EL ROZAMIENTO Y ASPECTOS DINÁMICOS DE LA DEFORMACIÓN EN CALIENTE	405
16.1. El rozamiento sólido.....	405
16.2. El rozamiento viscoplastico.....	407
16.3. Estudio de la extrusión	411
16.4. Estudio del llenado de una cavidad	418
16.5. Los coeficientes de viscosidad al aplastamiento y a la retención	420
16.6. La viscoplasticidad dinámica.....	423
16.7. El efecto de inercia.....	424
16.8. Relaciones energéticas en una percusión.....	425
17. LA FORJA EN PRENSAS Y MARTILLOS	429
17.1. La secuencia de las operaciones de forja	429
17.2. Sobreespesores de mecanizado y tolerancias.....	431
17.3. Contracciones de las piezas y dimensiones de los troqueles .	433
17.4. Cálculo de fuerzas, presiones y rebabas en un troquel	434
acabador para prensa	434

CONFORMACIÓN PLÁSTICA DE MATERIALES METÁLICOS (EN FRÍO Y EN CALIENTE)

17.5.	Cálculo de velocidades, energías y rebabas para un troquel acabador de martillo	449
17.6.	Tecnología de los grabados acabadores.....	453
17.7.	Tecnología de los grabados iniciadores y preparadores	462
17.8.	Tecnología del doblado, rodado y estirado	464
17.9.	Particularidades tecnológicas de la forja en máquinas horizontales de forjar	467
17.10.	Desarrollo de piezas forjadas con ayuda de la "simulación".	469
17.11.	Procesos combinados de forja con otros métodos de fabricación. Forja de piezas sinterizadas. Forja de productos semisólidos	473
18.	LA LAMINACIÓN EN CALIENTE	475
18.1.	La laminación: principios fundamentales	475
18.2.	Geometría de las secciones de laminado	483
18.3.	Reglas prácticas, experimentales, del laminado	486
18.4.	Establecimiento de las fases de laminación y diseño de los grabados de los segmentos de laminación para un laminador de forja	487
18.5.	Características de las pasadas y formas de los canales de los cilindros de laminar, para trenes de laminación en caliente...	489
18.6.	Cajas laminadoras y elementos auxiliares de trenes de laminar	494
18.7.	Métodos de laminar. Diseño de canales. Procesos y secuencias de laminación	500
18.8.	Aprovechamiento por "relaminación" de perfiles usados	517

5.ª PARTE

UTILLAJES Y SU FABRICACIÓN. MEDIOS AUXILIARES COMPLEMENTARIOS PARA LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA DE MATERIALES METÁLICOS. CONTROL DE CALIDAD

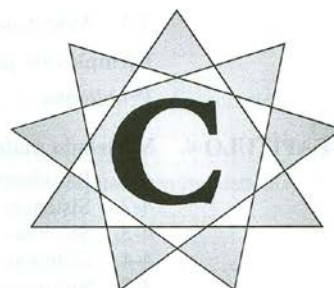
19.	UTILLAJES PARA DEFORMACIÓN EN FRÍO.....	523
19.1.	Consideraciones generales respecto a los materiales para la fabricación de utillajes para deformación en frío	523
19.2.	Materiales ferrosos.....	525
19.3.	Materiales metálicos no ferrosos	534
19.4.	Materiales no metálicos	534
19.5.	Hileras para estirado en frío de barras, alambres y pletinas ..	535
19.6.	Hileras y mandriles para estirado en frío de tubos	536
19.7.	Cilindros para laminación en frío de bandas y flejes	537
19.8.	Troqueles de corte y de plegado.....	539

19.9.	Troqueles de embutición, rebordeado y de formación de abombamientos y de estrechamientos en prensa	542
19.10.	Troqueles para la extrusión de metales ligeros.....	543
19.11.	Troqueles para forja y extrusión en frío de aceros.....	544
19.12.	Troqueles para hincado, estampación, aplanado y calibrado.	548
19.13.	Otros tipos de troqueles.....	548
20.	UTILAJES DE FORJA Y DE LAMINACIÓN EN CALIENTE.....	549
20.1.	Cómo elegir un acero para estampas de forja en caliente	549
20.2.	Cilindros para la laminación	567
20.3.	Uso y mantenimiento de troqueles y de cilindros. Refrigeración y lubricación de los utillajes de forja y de laminación.....	567
20.4.	Desgaste de estampas y cilindros durante el trabajo.....	569
20.5.	Sistemas de fabricación de estampas y de cilindros. Tratamientos superficiales	571
20.6.	Reparación, renovación y reutilización de troqueles y de cilindros	575
20.7.	Utilización de nuevos materiales en la fabricación de troqueles.....	576
20.8.	Sistemas de cambio rápido de utillajes	577
21.	TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS	579
21.1.	Tipos de tratamientos térmicos	579
21.2.	Características mecánicas de utilización de los materiales.....	584
21.3.	Equipos para el tratamiento térmico	584
22.	ACABADO DE PRODUCTOS FABRICADOS POR DEFORMACIÓN PLÁSTICA	593
22.1.	Rebabado y punzonado en frío	594
22.2.	Enderezado en frío.....	596
22.3.	Calibrado en frío	597
22.4.	Limpieza y saneamiento superficial de productos metálicos..	599
22.5.	Pulido de productos metálicos.....	607
22.6.	Desengrase y limpieza de productos metálicos pulidos.....	608
22.7.	Cubrimientos superficiales: pinturas, barnices y antioxidantes	609
22.8.	Recubrimientos metálicos.....	610
22.9.	Coloreado de los metales.....	613
23.	CONTROL DE CALIDAD. DEFECTOS EN LOS PRODUCTOS. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES.....	615
23.1.	Terminología y definiciones de Calidad.....	615
23.2.	Características del Control de Calidad en una Forja en Estampa	618

CONFORMACIÓN PLÁSTICA DE MATERIALES METÁLICOS (EN FRÍO Y EN CALIENTE)

23.3.	Planes de muestreo para el control de la calidad en una forja en estampa	621
23.4.	Tipos de defectos más característicos en piezas, barras y perfiles forjados y laminados	625
23.5.	Métodos, aparatos y dispositivos usados en el control de calidad de piezas, barras y perfiles	630
23.6.	Aspectos medioambientales en las industrias de conformación de metales	632
23.7.	Precisión alcanzada en las piezas conformadas en frío y en caliente	633
ANEXOS:		
ANEXO N.º 1: CONDICIONES GENERALES DE SUMINISTRO DE PIEZAS DE ACERO FORJADAS EN ESTAMPA		635
ANEXO N.º 2: TOLERANCIAS DIMENSIONALES PARA PIEZAS DE ACERO FORJADAS EN ESTAMPA		641
BIBLIOGRAFÍA.....		647

Ingeniería de control moderna



Contenido

PRÓLOGO	ix
CAPÍTULO 1. Introducción a los sistemas de control	1
1-1. Introducción	1
1-2. Ejemplos de sistemas de control	4
1-3. Control en lazo cerrado en comparación con control en lazo abierto	7
1-4. Diseño y compensación de sistemas de control	9
1-5. Contenido del libro	10
CAPÍTULO 2. Modelado matemático de sistemas de control	13
2-1. Introducción	13
2-2. Función de transferencia y de respuesta impulso	15
2-3. Sistemas de control automáticos	17
2-4. Modelado en el espacio de estados	29
2-5. Representación en el espacio de estados de sistemas de ecuaciones diferenciales escalares	35
2-6. Transformación de modelos matemáticos con MATLAB	39
2-7. Linealización de modelos matemáticos no lineales	42
Ejemplos de problemas y soluciones	45
Problemas	60
CAPÍTULO 3. Modelado matemático de sistemas mecánicos y sistemas eléctricos	63
3-1. Introducción	63
3-2. Modelado matemático de sistemas mecánicos	63

3-3. Modelado matemático de sistemas eléctricos	72
Ejemplos de problemas y soluciones	86
Problemas	97
CAPÍTULO 4. Modelado matemático de sistemas de fluidos y sistemas térmicos	100
4-1. Introducción	100
4-2. Sistemas de nivel de líquido	101
4-3. Sistemas neumáticos	106
4-4. Sistemas hidráulicos	123
4-5. Sistemas térmicos	136
Ejemplos de problemas y soluciones	140
Problemas	153
CAPÍTULO 5. Análisis de la respuesta transitoria y estacionaria	159
5-1. Introducción	159
5-2. Sistemas de primer orden	161
5-3. Sistemas de segundo orden	164
5-4. Sistemas de orden superior	179
5-5. Análisis de la respuesta transitoria con MATLAB	183
5-6. Criterio de estabilidad de Routh	212
5-7. Efectos de las acciones de control integral y derivativa en el comportamiento del sistema	218
5-8. Errores en estado estacionario en los sistemas de control con realimentación unitaria	225
Ejemplos de problemas y soluciones	231
Problemas	263
CAPÍTULO 6. Análisis y diseño de sistemas de control por el método del lugar de las raíces	269
6-1. Introducción	269
6-2. Gráficas del lugar de las raíces	270
6-3. Gráficas del lugar de las raíces con MATLAB	290
6-4. Lugar de las raíces de sistemas con realimentación positiva	303
6-5. Diseño de sistemas de control mediante el método del lugar de las raíces	308
6-6. Compensación de adelanto	311
6-7. Compensación de retardo	321
6-8. Compensación de retardo-adelanto	330
6-9. Compensación paralela	342
Ejemplos de problemas y soluciones	347
Problemas	394
CAPÍTULO 7. Análisis y diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia	398
7-1. Introducción	398
7-2. Diagramas de Bode	403
7-3. Diagramas polares	427
7-4. Diagramas de magnitud logarítmica respecto de la fase	443

7-5.	Criterio de estabilidad de Nyquist	445
7-6.	Análisis de estabilidad	454
7-7.	Análisis de estabilidad relativa	462
7-8.	Respuesta en frecuencia en lazo cerrado de sistemas con realimentación unitaria	477
7-9.	Determinación experimental de funciones de transferencia	486
7-10.	Diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia	491
7-11.	Compensación de adelanto	493
7-12.	Compensación de retardo	502
7-13.	Compensación de retardo-adelanto	511
	Ejemplos de problemas y soluciones	521
	Problemas	561
CAPÍTULO 8.	Controladores PID y controladores PID modificados	567
8-1.	Introducción	567
8-2.	Reglas de Ziegler-Nichols para la sintonía de controladores PID	568
8-3.	Diseño de controladores PID mediante el método de respuesta en frecuencia	577
8-4.	Diseño de controladores PID mediante el método de optimización computacional	582
8-5.	Modificaciones de los esquemas de control PID	590
8-6.	Control con dos grados de libertad	592
8-7.	Método de asignación de ceros para mejorar las características de respuesta	595
	Ejemplos de problemas y soluciones	614
	Problemas	641
CAPÍTULO 9.	Análisis de sistemas de control en el espacio de estados	648
9-1.	Introducción	648
9-2.	Representaciones en el espacio de estados de sistemas definidos por su función de transferencia	649
9-3.	Transformación de modelos de sistemas con MATLAB	656
9-4.	Solución de la ecuación de estado invariante con el tiempo	660
9-5.	Algunos resultados útiles en el análisis vectorial-matricial	668
9-6.	Controlabilidad	675
9-7.	Observabilidad	682
	Ejemplos de problemas y soluciones	688
	Problemas	720
CAPÍTULO 10.	Diseño de sistemas de control en el espacio de estados	722
10-1.	Introducción	722
10-2.	Asignación de polos	723
10-3.	Solución de problemas de asignación de polos con MATLAB	735
10-4.	Diseño de servosistemas	739
10-5.	Observadores de estado	751
10-6.	Diseño de sistemas reguladores con observadores	778
10-7.	Diseño de sistemas de control con observadores	786

10-8. Sistema regulador óptimo cuadrático	793
10-9. Sistemas de control robusto	806
Ejemplos de problemas y soluciones	818
Problemas	855
APÉNDICE A. Tablas de la transformada de Laplace	859
APÉNDICE B. Método de desarrollo en fracciones simples	867
APÉNDICE C. Álgebra vectorial-matricial	874
BIBLIOGRAFÍA	882
ÍNDICE ANALÍTICO	886

Introducción a la mecánica de fluidos

Índice

Prólogo	XI
1. Nociones básicas. Hipótesis de medio continuo y magnitudes intensivas	1
1.1. El volumen fluido y la partícula fluida	6
1.2. Descripción euleriana del flujo	7
1.3. Algunas definiciones cinemáticas de interés	10
2. Fluidostática y el concepto de presión en el interior de un fluido	13
2.1. Fuerza ejercida por una presión uniforme sobre una superficie cerrada y deducción de la ecuación de la fluidostática	20
2.2. Principio de Arquímedes y condiciones de equilibrio de un cuerpo sumergido en un fluido	26
2.3. Modelo de atmósfera estándar	30
2.4. Problemas	33
Resumen	44
3. Ecuación de continuidad	45
3.1. Flujo a través de una superficie inmersa en un fluido	45
3.2. Ecuación de continuidad	47
3.3. Problemas	50
4. Ecuación de cantidad de movimiento despreciando los esfuerzos viscosos	61
4.1. Ecuación de cantidad de movimiento en forma integral despreciando los esfuerzos viscosos	67
4.2. Ecuación de Euler–Bernoulli	68
4.3. Problemas	78
Resumen	97
5. Ecuación de cantidad de movimiento incluyendo los esfuerzos viscosos	99
5.1. Ecuación de la energía mecánica para fluidos incompresibles	105
Resumen	112
6. Análisis dimensional	113
6.1. El teorema II de Vaschy–Buckingham explicado a través de ejemplo	113
6.2. Problemas	122
Resumen	127

7. Movimientos unidireccionales de líquidos	129
7.1. Flujos unidireccionales estacionarios de líquidos en dos dimensiones	131
7.2. Flujo unidireccional en conductos de sección circular	136
7.3. Diferencias entre el flujo en conductos dominados por la viscosidad o por la inercia del fluido	138
7.4. Problemas	141
Resumen	146
8. Movimientos casi unidireccionales de líquidos dominados por viscosidad	147
8.1. Flujo casi unidireccional de líquidos dominados por la viscosidad: lubricación fluidodinámica y efecto cuña	155
8.2. Región de entrada en un conducto circular de longitud L mucho mayor que su diámetro, $L/D \gg 1$	159
8.3. Problemas	161
Resumen	175
9. Movimiento turbulento de líquidos en conductos	177
9.1. Ecuaciones del movimiento turbulento en conductos	179
9.2. Condición de contorno en presión a la salida de un conducto	187
9.3. Condición de contorno en presión a la entrada de un conducto	189
9.4. Pérdidas de presión de remanso localizadas	193
9.5. Descarga de un depósito a través de un conducto vertical en régimen turbulento	195
9.6. Problemas	197
Resumen	254
10. Movimientos compresibles de gases en toberas convergentes y en depósitos	255
10.1. Ecuación de la energía en forma integral	257
10.2. Flujo isentrópico de gases en toberas	261
10.3. Criterio de flujos incompresibles y la ecuación de Euler–Bernoulli	269
10.4. Bloqueo sónico y análisis del flujo en toberas convergentes	269
10.5. Toberas convergentes	273
10.6. Ecuaciones que describen la evolución temporal de las variables termodinámicas en depósitos	276
10.7. Ejemplo: descarga de un depósito de volumen $V_d(t)$ y aislado térmicamente	279
10.8. Empuje	281
10.9. Problemas	285
Resumen	297
11. Toberas convergente–divergentes, ondas de choque y expansiones de Prandtl–Meyer	301
11.1. Regímenes de funcionamiento de una tobera convergente–divergente de geometría dada en función del cociente p_a/p_0	304
11.2. Ondas de choque y ondas de Mach	315
11.3. Problemas	328
Resumen	352

Apéndice	355
A. Algunos resultados matemáticos de interés en mecánica de fluidos	355
B. Teorema del transporte de Reynolds	360
Resumen	365
Bibliografía	367

Índice

Presentación	13
1. Introducción	15
1.1. Contabilidad de gestión	15
1.2. Contabilidad financiera versus contabilidad de costes . .	18
1.3. Distinciones entre gasto, coste, pago e inversión	23
1.3.1. Gasto	24
1.3.2. Coste	24
1.3.3. Pago	25
1.3.4. Inversión	26
1.4. Clasificaciones de costes	26
1.4.1. Costes por naturaleza	26
1.4.2. Costes por función	29
1.4.3. Costes directos e indirectos	30
1.4.4. Costes de producto y costes del período	33
1.4.5. Costes variables y fijos	34
1.4.6. Costes de oportunidad	37
1.4.7. Costes históricos y costes futuros	37
1.4.8. Otros tipos de costes	38
1.5. Conclusiones	40
1.6. Ejercicios resueltos	40
1.6.1. Ejercicio resuelto de valoración de existencias . .	40
1.6.2. Ejercicio resuelto de cálculo de coste de personal	44
1.7. Ejercicios a resolver	45
1.7.1. Costes fijos, variables, semifijos y semivARIABLES .	45
1.7.2. Costes directos e indirectos	46
1.7.3. Costes por áreas funcionales	46
1.7.4. Gasto - coste - inversión - pago	47
1.8. Cuestiones a resolver	48
1.9. Bibliografía de ampliación	48

2. Sistemas de cálculo de costes: costes parciales	49
2.1. Sistemas de cálculo de costes	49
2.1.1. El caso particular de las empresas uniproducción . .	51
2.1.2. Cálculo de costes en empresas multiproducción . .	52
2.2. El sistema de costes directos	53
2.2.2. Fijación del precio de venta de un producto o servicio	56
2.3. Otros sistemas de costes parciales	62
2.3.1. Sistema de costes directos evolucionado	62
2.3.2. Sistema de costes variables	63
2.3.3. Sistema de costes variables evolucionado	65
2.4. El punto de equilibrio y el análisis coste - volumen - beneficio	66
2.4.1. El punto de equilibrio	66
2.4.2. El caso de los productos con costes variables distintos	68
2.4.3. El análisis coste - volumen - beneficio	70
2.5. Conclusiones	72
2.6. Ejercicio resuelto	74
2.6.1. Cálculo del umbral de rentabilidad	74
2.7. Ejercicios a resolver	75
2.7.1. Empresa Automática	75
2.7.2. Empresa Programadora	77
2.7.3. Peluquería	78
2.8. Cuestiones a resolver	78
2.9. Bibliografía de ampliación	79
3. Sistemas de cálculo de costes: costes por pedido	81
3.1. Introducción	81
3.2. La orden de trabajo	82
3.3. Sistema de costes a implantar	84
3.3.1. Tratamiento de los costes directos	84
3.3.2. Imputación de los costes indirectos de fabricación a los pedidos	85
3.3.3. Imputación de todos los costes indirectos a los pedidos	89
3.4. Estimación del resultado en los pedidos en curso	90
3.5. Conclusiones	92

3.6. Ejercicios resueltos	92
3.6.1. Análisis de una orden de trabajo	92
3.6.2. Instalaciones de Verdad	95
3.7. Ejercicios a resolver	99
3.7.1. Realización de una orden de trabajo	99
3.7.2. Construcciones Reunidas	99
3.8. Cuestiones a resolver	101
3.9. Bibliografía de ampliación	102
4. Sistemas de costes completos por proceso	103
4.1. Coste parcial directo versus coste completo	103
4.2. Sistema de costes completo por proceso	104
4.3. Valoración de los productos en curso	106
4.4. Conclusiones	107
4.5. Ejercicio resuelto	107
4.5.1. M Vehículos	107
4.6. Ejercicio a resolver	109
4.6.1. Empresa Conservera	109
4.7. Cuestiones a resolver	111
4.8. Bibliografía de ampliación	111
5. Sistemas de cálculo de costes: coste completo por secciones . .	113
5.1. Introducción	113
5.2. División de la empresa en secciones principales y auxiliares	115
5.3. Unidades de obra y unidades equivalentes	119
5.4. Costes por unidad de producto	121
5.5. Conclusiones	122
5.6. Ejercicios resueltos	123
5.6.1. Implantación de un sistema de costes en una organización del sector servicios: Residencia Deportiva Blume	123
5.6.2. Aplicación de un sistema de costes completos por secciones en una empresa agroindustrial . . .	140
5.6.3. Aplicación del sistema de costes completos por secciones en un hospital	145
5.7. Ejercicios a resolver	151
5.7.1. Escuela de Negocios Moderna	151
5.7.2. Hotel Bienvenido	154

5.8. Cuestiones a resolver	156
5.9. Bibliografía de ampliación	156
6. Sistemas de cálculo de costes: costes basados en las actividades (ABC)	157
6.1. Cambios en el entorno empresarial y repercusiones en el cálculo y gestión de costes.	157
6.2. Descripción del modelo ABC	158
6.3. Actividades	163
6.3.1. Concepto de actividad.	163
6.3.2. Actividades principales y actividades auxiliares.	167
6.4. Inductores de coste	169
6.5. Ventajas e inconvenientes del sistema ABC.	175
6.6. Conclusiones.	177
6.7. Ejercicios resueltos.	179
6.7.1. Tornillos y Bielas.	179
6.7.2. Auna: ¿Cuánto gano en cada minuto de llamada?	180
6.8. Ejercicios a resolver	189
6.8.1. Ejercicio AB	189
6.8.2. Componentes de Automoción	189
6.9. Cuestiones a resolver	192
6.10. Bibliografía de ampliación	193
7. Confeción de presupuestos y costes estándar.	195
7.1. Planificación empresarial, control presupuestario y costes estándar.	195
7.2. Proceso de elaboración del presupuesto	200
7.2.1. Presupuesto de ventas	201
7.2.2. Presupuesto de producción y existencias de productos acabados	202
7.2.3. Presupuesto de consumos, compras y existencias de materiales.	203
7.2.4. Presupuesto de mano de obra directa y otros costes de producción.	204
7.2.5. Presupuesto de costes de estructura.	206
7.2.6. Presupuesto de costes de comercialización.	207
7.2.7. Cuenta de resultados previsional.	208

7.2.8. Presupuesto de caja	209
7.2.9. Balance de situación previsional	211
7.3. Criterios para la formulación de presupuestos.	213
7.3.1. Presupuestos rígidos y presupuestos flexibles	213
7.3.2. Presupuesto basado en las actividades	216
7.3.3. Presupuesto base cero versus presupuesto incremental	219
7.4. Conclusiones.	220
7.5. Ejercicio resuelto	221
7.5.1. Hospital La Salud	221
7.6. Ejercicio a resolver.	223
7.6.1. Previsora, S.L.	223
7.7. Cuestiones a resolver	224
7.8. Bibliografía de ampliación	225
8. Cálculo y análisis de desviaciones	227
8.1. Introducción	227
8.2. Principales tipos de desviaciones	229
8.2.1. Desviaciones en costes directos.	231
8.2.2. Desviaciones en costes indirectos	235
8.2.2.1. Desviaciones de costes indirectos (a nivel de centros de costes)	236
8.2.2.2. Desviaciones de costes indirectos (parte variable)	237
8.2.2.3. Desviaciones de costes indirectos (parte fija)	238
8.2.3. Desviaciones de ventas	240
8.3. Modelos de análisis de desviaciones según el sistema de costes utilizado	245
8.3.1. Sistema de costes parciales	246
8.3.2. Sistema de costes por pedido	248
8.3.3. Sistema de costes completos por secciones.	249
8.3.4. Sistema de costes por actividades	252
8.4. Cálculo de los márgenes y resultados según el cálculo de las desviaciones	254
8.5. Informe sobre las desviaciones	255
8.7. Conclusiones	256
8.8. Ejercicio resuelto	257

8.8.1. Hospital La Esperanza	257
8.9. Ejercicios a resolver	259
8.9.1. Componentes Derivados	259
8.9.2. Chocolates Gourmet.	260
8.10. Cuestiones a resolver	262
8.11. Bibliografía de ampliación	263
9. Costes de calidad y de no calidad.	265
9.1. Introducción	265
9.2. Costes de calidad y de no calidad.	267
9.2.1. Costes de calidad	267
9.2.2. Costes de no calidad.	269
9.2.2.1. Costes de fallos internos y externos	269
9.2.2.2. Costes tangibles e intangibles	271
9.2.3. Coste total de calidad.	272
9.3. Presentación del coste total de calidad	273
9.4. Indicadores para el análisis de los costes de calidad.	275
9.5. Implantación de un sistema de costes totales de calidad	276
9.6. Conclusiones.	277
9.7. Ejercicio resuelto	278
9.7.1. Productiva.	278
9.8. Ejercicio a resolver.	279
9.8.1. Empresa Sin Errores.	279
9.9. Cuestiones a resolver	280
9.10. Bibliografía de ampliación	281
10. Gestión de costes para la toma de decisiones	283
10.1. Costes relevantes	283
10.2. Toma de decisiones con datos de costes	284
10.2.1. Fijación de precios de venta	285
10.2.2. Fabricar o subcontratar	287
10.2.3. Eliminación de una parte de la empresa.	288
10.2.4. Sustitución de equipos productivos	290
10.3. Costes controlables y costes no controlables	293
10.4. Técnicas de reducción de costes	293
10.5. Limitaciones de los datos de costes para la toma de decisiones	301

10.6.	Conclusiones	302
10.7.	Ejercicio resuelto	303
10.7.1.	Textil Pams	303
10.8.	Ejercicios a resolver	308
10.8.1.	European Insurance.	308
10.8.2.	Venta por correspondencia.	314
10.9.	Cuestiones a resolver	315
10.10.	Bibliografía de ampliación	315
	Cuestiones a resolver: apartados del libro en el que se tratan	317
	Glosario	323

Sensores y acondicionadores de señal : problemas resueltos

ÍNDICE

PRÓLOGO	VII
1. Estructura y parámetros de los sistemas de medida basados en sensores. Calibración	1
1.1 Conceptos básicos	1
1.1.1 Estructura, funciones y parámetros de los sistemas de medida basados en sensores	1
1.1.2 Efectos de carga al medir tensión y al medir corriente	3
1.1.3 Modelos dinámicos de los sistemas de medida	3
1.1.4 Calibración e incertidumbre	5
1.2 Problemas resueltos	9
1.3 Problemas propuestos	28
2. Sensores resistivos y sus acondicionadores	33
2.1 Conceptos básicos	33
2.1.1 Sensibilidad	33
2.1.2 Autocalentamiento	34
2.1.3 Respuesta dinámica de los sensores resistivos	34
2.1.4 Medidas de resistencia eléctrica	35
2.1.5 Amplificación de señal para puentes de sensores resistivos	36
2.2 Problemas resueltos	37
2.3 Problemas propuestos	66
3. Sensores de reactancia variable y sus acondicionadores	73
3.1 Conceptos básicos	73
3.1.1 Tipos de sensores de reactancia variable	73
3.1.2 Amplificadores de alterna. Filtros	74
3.1.3 Rectificación y desmodulación de amplitud. SMRR	77
3.2 Problemas resueltos	78
3.3 Problemas propuestos	101
4. Sensores generadores y sus acondicionadores	109
4.1 Conceptos básicos	109
4.1.1 Termopares	109

4.1.2 Sensores piezoeléctricos	110
4.1.3 Derivas y ruido en amplificadores operacionales y de instrumentación	110
4.2 Problemas resueltos	113
4.3 Problemas propuestos	136
5. Sensores digitales y sus interfaces	143
5.1 Conceptos básicos	143
5.2 Problemas resueltos	144
5.3 Problemas propuestos	156
6. Sensores basados en uniones p-n y sus acondicionadores	161
6.1 Conceptos básicos	161
6.1.1 Termómetros basados en uniones p - n	161
6.1.2 Fotodiodos y fototransistores	161
6.2 Problemas resueltos	162
6.3 Problemas propuestos	178
Apéndices	183
Apéndice A	
Selección de componentes pasivos. Valores normalizados para resistencias y condensadores	185
Apéndice B	
Especificaciones de los amplificadores operacionales	191
Apéndice C	
Solución a los problemas propuestos	197
Apéndice D	
Portales y páginas web con información útil sobre diseños con sensores y acondicionadores de señal	203
Apéndice E	
Pautas para analizar circuitos de acondicionamiento de señal complejos	207
Índice alfabético	209

Control presupuestario

Índice

Prólogo	15
Introducción	17
Capítulo 1. El proceso de planificación	27
1.1. El concepto de planificación estratégica	27
1.1.1. Proceso de elaboración de la planificación estratégica.....	28
1.1.2. Responsables de la planificación estratégica.....	29
1.1.3. Planning para la realización de la planificación estratégica.....	30
1.2. Diferencias entre planificación estratégica a corto y a medio plazo.....	32
1.3. La relación entre la planificación estratégica y el presupuesto.....	33
1.4. Resumen del capítulo 1	36
1.5. Ejemplo práctico de selección de objetivos estratégicos y su relación con el presupuesto	36
1.5.1. Misión, visión y valores	36
1.5.2. Objetivos estratégicos y efectos en el presupuesto	37
Capítulo 2. La utilidad de los presupuestos	41
2.1. Definición de presupuesto	41
2.2. Ventajas de la utilización de los presupuestos	42
2.3. Limitaciones en la utilización de los presupuestos.....	44

2.4. Influencia de la estructura organizativa en los presupuestos	46
2.5. Los diferentes tipos de presupuestos	50
2.6. El control de gastos: una oportunidad al confeccionar los presupuestos	53
2.7. Aspectos clave en la elaboración y control del presupuesto	57
2.8. Resumen del capítulo 2	58
2.9. Ejemplo práctico: relación de ingresos y gastos según responsables	60
2.9.1. Organigrama y actividad empresarial	60
2.9.2. Descripción de funciones por departamentos	60
2.9.3. Relación de gastos e ingresos por responsables o áreas empresariales	62
Capítulo 3. Etapas para la realización de un presupuesto	65
3.1. Características del proceso de realización del presupuesto	65
3.2. Tareas del responsable de coordinar el presupuesto	67
3.3. Etapas para la planificación presupuestaria	69
3.3.1. Primera etapa: inicio del proceso de confección del presupuesto	71
3.3.2. Segunda etapa: elaboración de los presupuestos operativos	74
3.3.3. Tercera etapa: negociación de los presupuestos	75
3.3.4. Cuarta etapa: obtención de presupuestos	76
3.3.5. Quinta etapa: aprobación de los presupuestos	77
3.3.6. Sexta etapa: seguimiento y control	78
3.3.7. Séptima etapa: actualización del presupuesto	78
3.4. Errores antes, durante y después de la elaboración del presupuesto	79
3.5. Resumen del capítulo 3	84
3.6. Ejemplo práctico: planning de elaboración y aprobación del presupuesto por responsables	86
Capítulo 4. El contenido del presupuesto	89
4.1. Los presupuestos operativos	89
4.2. Presupuesto de ventas o ingresos	90
4.3. Presupuestos de gastos comerciales	93

4.4. Presupuesto de producción	96
4.4.1. Descripción del proceso de producción	96
4.4.2. Presupuesto de costes directos de fabricación	98
4.4.3. Presupuesto de coste de los materiales.....	101
4.4.4. Presupuesto de costes indirectos de fabricación	103
4.4.5. Presupuesto de costes de fabricación.....	107
4.5. Presupuestos de gastos de distribución, almacenaje y transporte.....	107
4.6. Presupuesto de gastos de estructura	108
4.7. El presupuesto de inversiones.....	110
4.8. Estados presupuestarios previsionales.....	111
4.8.1. Cuenta de explotación previsional.....	111
4.8.2. Presupuesto de tesorería previsional.....	112
4.9. Resumen del capítulo 4.....	115
4.10. Ejemplo práctico de la confección del presupuesto y estados financieros previsionales.....	116
4.10.1. Presupuestos operativos.....	117
4.10.2. Estados financieros previsionales.....	121
Capítulo 5. Seguimiento y control del presupuesto.....	125
5.1. El control presupuestario: análisis de desviaciones	125
5.1.1. Definición de control presupuestario	125
5.1.2. Objetivos de control y seguimiento presupuestario.....	126
5.1.3. Evaluar la eficacia del control presupuestario	127
5.1.4. Detectar las deficiencias en el control presupuestario.....	127
5.1.5. El control presupuestario mediante el análisis de desviaciones	128
5.2. Control y seguimiento de los presupuestos operativos	133
5.2.1. Seguimiento del presupuesto de ventas o ingresos	133
5.2.2. Seguimiento del presupuesto de gastos comerciales	134
5.2.3. Seguimiento del presupuesto de los costes de producción	134
5.2.4. Seguimiento de presupuestos de gastos de distribución, almacenaje y transporte	136
5.2.5. Presupuesto de gastos de estructura	136
5.2.6. Seguimiento del presupuesto de inversiones	137

5.3. Control y seguimiento de los estados financieros previsionales	138
5.3.1. Seguimiento de las desviaciones en la cuenta de explotación previsional	138
5.3.2. Seguimiento de las desviaciones del presupuesto de tesorería previsional	140
5.4. Resumen del capítulo 5	141
5.5. Ejemplo práctico: análisis de los diferentes tipos de desviaciones	143
5.5.1. Datos iniciales	143
5.5.2. Cuentas de explotación con datos presupuestados y reales	144
5.5.3. Análisis de desviaciones	144
5.5.4. Cuenta de explotación con el análisis de desviaciones	146
Capítulo 6. Herramientas del control presupuestario	147
6.1. Características de las herramientas que dan soporte al presupuesto	147
6.2. Los diferentes tipos de software de gestión presupuestaria	149
6.3. Ejemplo de modelo de herramienta de confección y análisis del presupuesto	150
6.4. Resumen del capítulo 6	154
Capítulo 7. Check list del sistema de elaboración y control del presupuesto	155
7.1. El <i>check list</i> del presupuesto como herramienta de control	155
7.2. <i>Check list</i> del proceso de elaboración del presupuesto	156
7.3. <i>Check list</i> del proceso de presentación y aprobación del presupuesto	158
7.4. <i>Check list</i> del proceso de seguimiento y control del presupuesto	160
7.5. Resumen del capítulo 7	161
Capítulo 8. Caso práctico global de realización y seguimiento de un presupuesto	163
8.1. Datos iniciales	163
8.2. Confección del presupuesto: obtención de los presupuestos operativos	171

8.3. Obtención de los estados financieros previsionales	180
8.4. Análisis y seguimiento de las desviaciones	186
8.5. Resumen del capítulo 8	192

Capítulo 9. La realización de presupuestos

de proyectos	193
9.1. Definición de proyecto	193
9.2. Los diferentes tipos de proyectos	194
9.3. Las funciones de la dirección de un proyecto	194
9.4. Fases de un proyecto	195
9.5. Realización del presupuesto del proyecto	196
9.6. Análisis y control de un proyecto	198
9.7. Indicadores de control de un proyecto	201
9.8. Caso práctico de análisis de un proyecto	203
9.8.1. Datos iniciales	203
9.8.2. Análisis de las desviaciones temporales o de planificación	205
9.8.3. Análisis de las desviaciones económicas	208
9.9. Resumen del capítulo 9	212

Glosario	213
-----------------------	-----

Bibliografía	225
---------------------------	-----

Índice



ENERGÍAS RENOVABLES

Prólogo	9
1. Situación de las energías renovables	13
1.1. Aprovechamiento para obtener energía eléctrica	16
1.2. Aprovechamiento con fines caloríficos y climáticos	19
1.3. Atenuación de las emisiones contaminantes	21
2. La fuente energética	23
2.1. Constante solar	25
2.2. Masa de aire y energía solar sobre la superficie	27
2.3. Componentes de la radiación solar que inciden sobre los paneles	28
2.4. Variaciones estacionales de la radiación	30
2.5. Posición de los captadores solares	32
2.6. Horas pico de sol	34
2.7. Instrumentos de medida de la radiación solar	35
2.7.1. Piranómetro	36
2.7.2. Piroheliómetro	36
2.7.3. Heliógrafo	36
2.7.4. Albedómetro	36
2.7.5. Medidor de irradiación	36

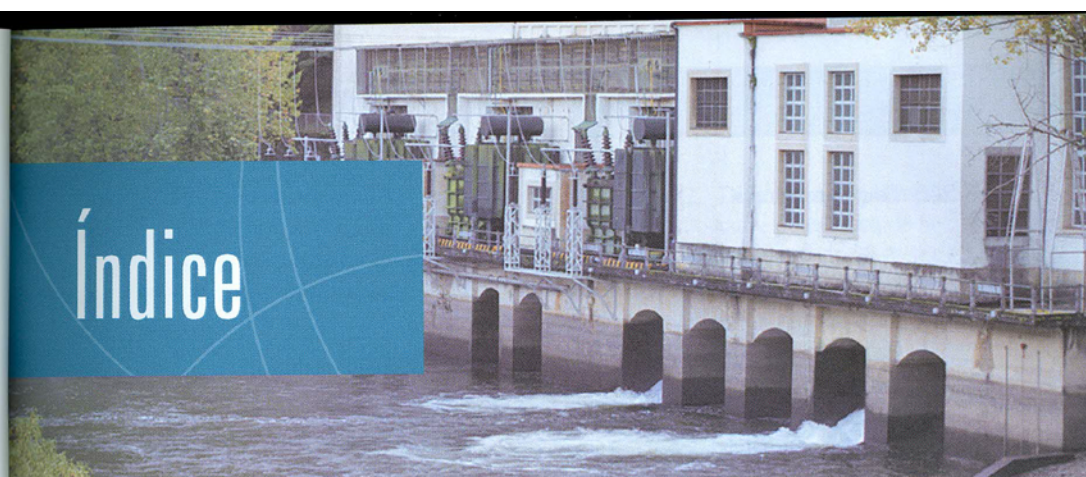
3. Energía solar fotovoltaica	39
3.1. Clasificación de las instalaciones	42
3.1.1. Instalaciones aisladas de la red	42
3.1.2. Instalaciones con conexión a la red	43
3.1.3. Instalaciones híbridas.	44
3.2. Paneles fotovoltaicos	45
3.2.1. Células solares	46
3.2.2. Tipos de células solares	50
3.2.3. Estructura de los paneles fotovoltaicos	52
3.2.4. Instalación y mantenimiento de los paneles	54
3.2.5. Características de los paneles	61
4. Energía eólica	67
4.1. Aplicaciones de los aerogeneradores	70
4.2. Fundamentos aerodinámicos	72
4.3. Arquitectura de los aerogeneradores	75
4.3.1. Eje vertical	76
4.3.2. Eje horizontal	79
4.3.3. Características	83
4.4. Torres para aerogeneradores	85
4.5. Medidores de la velocidad del viento	86
4.6. Clasificación de los vientos por su velocidad	88
5. Instalaciones solares generadoras de electricidad	91
5.1. Reguladores de carga	95
5.1.1. Conexión del regulador e información que proporciona	96
5.1.2. Especificaciones de los reguladores	98
5.1.3. Modos de regulación de carga	99
5.2. Baterías	104
5.2.1. Baterías para los sistemas fotovoltaicos	105
5.2.2. Especificaciones eléctricas	108
5.3. Inversores	110
5.3.1. Configuración de los inversores	112
5.3.2. Especificaciones técnicas	115

5.4. Inversores para conexión a la red eléctrica	116
5.4.1. Configuración del inversor de red	116
5.4.2. Especificaciones técnicas	119
5.5. Estructuras soporte	120
5.6. Cables eléctricos	121
5.7. Lámparas de bajo consumo	122
5.7.1. Iluminación fluorescente	122
5.7.2. Eficacia luminosa	124
5.8. Esquemas de instalaciones aisladas	124
5.9. Dimensionado de instalaciones aisladas	132
5.9.1. Cálculo de la demanda de energía eléctrica	134
5.9.2. Cálculo de la energía generada	135
5.9.3. Cálculo del sistema de acumulación	137
5.10. Sistemas de bombeo de agua	138
6. Energía solar térmica	143
6.1. Clasificación de los sistemas de energía solar térmica	145
6.2. Energía solar térmica de baja temperatura	147
6.2.1. Circulación natural	148
6.2.2. Circulación forzada	150
6.3. Grupo de componentes de las instalaciones solares térmicas	151
6.4. Colectores solares	152
6.4.1. Cubierta de los colectores	155
6.4.2. Placa absorbedora	156
6.4.3. Aislante	158
6.4.4. Carcasa	158
6.4.5. Especificaciones y rendimiento	159
6.4.6. Captador solar "Heat Pipe"	162
6.5. Soportes para colectores	164
6.6. Intercambiadores de calor	165
6.6.1. Intercambiador externo	167
6.6.2. Intercambiador integrado con el acumulador	168
6.7. Acumuladores e interacumuladores	170

6.7.1. Depósito y protecciones	171
6.7.2. Acumuladores de circuito abierto	173
6.7.3. Acumuladores con intercambiador	174
6.8. Circuito hidráulico	176
6.8.1. Bomba de circulación	176
6.8.2. Tuberías	179
6.8.3. Vaso de expansión	180
6.8.4. Componentes de control hidráulico	182
6.9. Válvulas para el circuito hidráulico	183
6.10. Sistemas de control de temperatura	185
6.10.1. Central de regulación	186
6.10.2. Sensores de temperatura	188
6.10.3. Instrumentos unitarios de medida	190
6.11. Aspectos fundamentales de la seguridad e higiene en las instalaciones	191
6.11.1. Compromiso con la seguridad	191
6.11.2. Prevención de la legionelosis	192
7. Instalaciones de energía solar	195
7.1. Orientación y conexión de los colectores solares.	197
7.2. Estructuras soporte	201
7.3. Diseño del sistema de acumulación	202
7.3.1. Capacidad de acumulación	203
7.3.2. Condiciones de instalación	205
7.3.3. Conexión entre acumuladores	206
7.3.4. Relación del acumulador con el sistema de apoyo	207
7.4. Configuraciones básicas	210
7.4.1. Diferenciación por el principio de circulación	210
7.4.2. Diferenciación por el sistema de transferencia térmica	212
7.4.3. Diferenciación por el sistema de expansión	214
7.4.4. Diferenciación por el modo de acoplamiento entre el colector y el acumulador	216
7.4.5. Diferenciación por la disposición de los componentes	217

7.4.6. Diferenciación por la relación con el sistema de apoyo	218
7.4.7. Diferenciación por la aplicación	218
7.5. Dimensionado de instalaciones	220
7.5.1. Consideraciones previas	221
7.5.2. Demanda de energía	223
7.5.3. Métodos de cálculo	224
7.5.4. Software de simulación	228
8. Instalaciones de climatización	233
8.1. Sistemas de calefacción	236
8.1.1. Aerotermos	238
8.1.2. Suelo radiante	239
8.2. Climatización de piscinas	242
8.3. Refrigeración por absorción	244
Anexo I. Unidades de energía	249
Anexo II. Radiación en KW h/m ² /día (España)	251
Anexo III. Radiación en MJ/m ² (España)	252
Anexo IV. Web de interés para los instaladores	253
Anexo V. Bibliografía	254

Sistemas eléctricos en centrales



Agradecimientos	IX	3.3. Máquinas de corriente continua...	91
Introducción	XI	3.3.1. Dínamo	91
1. Sistemas eléctricos.....	1	3.3.2. Placa de bornes de una máquina de CC....	95
1.1. Introducción	2	3.3.3. Modos de funcionamiento de una máquina de CC....	96
1.2. Ubicación de los elementos de la red eléctrica.....	3	3.3.4. Motor de CC.....	96
1.3. Tipos de distribución en redes eléctricas	3	3.4. Máquinas de corriente alterna	99
1.4. Esquemas de conexión a tierra ...	4	3.4.1. Campo magnético giratorio.....	99
1.5. Canalizaciones eléctricas.....	4	3.4.2. Alternador trifásico.....	99
Actividades finales.....	19	3.4.3. Motor trifásico	107
2. Circuitos eléctricos.....	25	3.5. Transformadores	127
2.1. Introducción	26	3.5.1. Tipos de transformadores...	127
2.2. Tipos de corrientes eléctricas....	26	3.5.2. Principio de funcionamiento.....	129
2.3. Conceptos de interés	28	3.5.3. Tipos constructivos de los transformadores	131
2.4. Circuitos de corriente alterna....	39	3.5.4. Valores característicos de los transformadores	134
2.4.1. Circuitos elementales de AC.....	39	3.5.5. Conexiones de los transformadores trifásicos	136
2.4.2. Caída de tensión en líneas eléctricas.....	47	3.5.6. Desfases en los transformadores trifásicos	139
2.5. Sistemas trifásicos	51	3.5.7. Acoplamiento de los transformadores en paralelo.....	141
2.5.1. Elementos característicos de un sistema trifásico	52	3.5.8. Placa de características de los transformadores	142
2.6. Conversión de corriente eléctrica...	70	3.5.9. Transformadores de medida y protección.....	142
Actividades finales.....	80		
3. Máquinas eléctricas.....	87		
3.1. Introducción	88		
3.2. Clasificación de las máquinas eléctricas	88		

3.5.10. Transformadores especiales.....	144
3.5.11. Tipos de fallos en los transformadores.....	147
3.5.12. Protecciones de los transformadores.....	148
3.5.13. Mantenimiento de los transformadores.....	150
3.5.14. Ensayos y pruebas.....	150
3.6. Servicios auxiliares de apoyo	157
3.6.1. Baterías de acumuladores	157
3.6.2. Grupos electrógenos.....	157
3.6.3. Fuentes de alimentación sin interrupción (SAI).....	159
Actividades finales.....	165

4. Aparata de maniobra y protección..... 175

4.1. Introducción.....	176
4.2. Seguridad física y seguridad funcional	176
4.3. Protecciones en instalaciones de alta y baja tensión	176
4.4. Técnicas de corte	180
4.4.1. El corte según el tipo de corriente de carga	180
4.4.2. El medio de corte	181
4.4.3. Tipos de extinción de arco... ..	181
4.4.4. Comparación de las distintas técnicas de corte de arco	184
4.5. Elementos de mando y protección de instalaciones de media tensión	184
4.5.1. Interruptor automático	185
4.5.2. Interruptor automático reconectador (REC).....	186
4.5.3. Interruptor-seccionador trifásico telemandado con corte y aislamiento en gas SF6 (OCR)	187
4.5.4. Interruptor-seccionador aislado en el aire	190

4.5.5. Contactores	190
4.5.6. Seccionadores	191
4.5.7. Seccionador de puesta a tierra	193
4.5.8. Seccionadores en carga... ..	193
4.5.9. Seccionalizador	193
4.5.10. Fusibles	195
4.5.11. Pararrayos autoválvulas... ..	197
4.5.12. Detector de paso de falta.....	198
4.5.13. Relé eléctrico de protección.....	199
4.6. Celdas de alta tensión	201
4.7. Elementos de mando y protección de una instalación de baja tensión	203

Actividades finales..... 210

5. Cálculos eléctricos..... 217

5.1. Cálculo de circuitos de corriente alterna.	218
5.2. Cálculo de instalaciones de corriente alterna trifásica.	224
5.3. Corrección del factor de potencia de una instalación eléctrica	231
5.3.1. Proceso para corregir el factor de potencia de una instalación.....	233
5.3.2. Ejemplo de cálculo de la corrección del factor de potencia	236
5.3.3. Medios de producción de energía reactiva	238
5.3.4. Tipos de corrección del factor de potencia.....	238
5.3.5. Compensación de reactiva híbrida fase a fase.....	239
5.3.6. Corrección del factor de potencia en una instalación fotovoltaica... ..	240
5.4. Cálculo en transformadores	241
5.4.1. Valores característicos	241
5.4.2. Rendimiento	242

5.4.3. Potencia reactiva total de un transformador trifásico.....	243
5.4.4. Cálculo de la compensación de reactiva en transformadores trifásicos.....	243
5.4.5. Corriente de cortocircuito aguas abajo de uno o más transformadores acoplados en paralelo.....	245
5.4.6. Recomendaciones para la selección de los fusibles de protección de un transformador.....	245
5.5. Cálculo de corrientes de cortocircuito.....	246
5.5.1. Tipos de defectos.....	246
5.5.2. Determinación de la corriente de cortocircuito.....	248
5.5.3. Cálculo de la potencia de cortocircuito en sistemas de media tensión.....	249
5.5.4. Intensidad de cortocircuito soportada por un conductor.....	252
5.6. Cálculo en líneas de alta tensión.....	253
5.7. Cálculo de la sección y la caída de tensión.....	254
5.8. Cálculo de puestas a tierra.....	256
5.9. Condiciones que debe cumplir la protección de una instalación eléctrica.....	257
5.9.1. Selección de un fusible....	257
5.9.2. Selección de un interruptor automático.....	258
5.10. Cálculo en máquinas eléctricas rotativas.....	260
5.10.1. Motor trifásico como monofásico.....	262

5.10.2. Diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito.....	262
Actividades finales.....	267

■ 6. Medidas y verificaciones eléctricas..... 273

6.1. Conceptos básicos sobre medidas eléctricas.....	274
6.1.1. Clasificación de los aparatos de medida eléctrica.....	274
6.1.2. Constitución de los aparatos de medida.....	275
6.1.3. Características de los aparatos de medida.....	275
6.1.4. Simbología utilizada en aparatos de medida....	276
6.2. Medición de magnitudes eléctricas.....	278
6.2.1. Medida en alta tensión....	285
6.2.2. Medidor integral de variables eléctricas.....	286
6.2.3. Medidor inalámbrico.....	286
6.3. Verificaciones y pruebas de instalaciones eléctricas.....	287
6.4. Eficiencia energética eléctrica (e^3).....	288
6.4.1. Calidad de suministro y calidad de onda.....	289
6.4.2. Ciclo de la eficiencia energética.....	290
6.4.3. Eficiencia energética en motores eléctricos.....	291
6.4.4. Esquemas de tipo de instalaciones.....	293
Actividades finales.....	300

■ Anexos..... 304

■ Bibliografía..... 305

Alternadores de grupos electrógenos

ÍNDICE

1. Generalidades	1
1.1 Funcionamiento	1
1.2 Tipos de alternadores	3
1.3 Construcción de los alternadores	5
2. Excitatrices para alternadores con escobillas.....	9
2.1 Excitatrices eléctricas o electromecánicas	9
2.2 Alternador con excitatriz electromecánica	16
2.3 Excitatrices incorporadas en el alternador	19
2.4 Excitatrices electrónicas	23
2.5 Alternador autorregulado con escobillas	34
3. Alternadores sin escobillas	37
3.1 Generalidades	37
3.2 Funcionamiento	37
3.3 Constitución	40
3.4 Alternador con devanado auxiliar	42
3.5 Alternadores sin escobillas y con transformador de compoundaje	44
3.6 Alternador con transformador de compoundaje conectado con devanado alternador principal y auxiliar	46
3.7 Alternador con transformador de compoundaje regulador	48
3.8 Alternador con neutro conectado a devanado excitatriz y conexión especial del devanado auxiliar	55
3.9 Alternador con toma intermedia en devanado principal	56
3.10 Alternador con toma intermedia en devanado principal y regulador de tensión	57
3.11 Alternador con generador de imán permanente	58
3.12 Alternadores monofásicos sin escobillas	59
3.13 Conexiones en placa de bornes de los alternadores	63
3.14 Conversión de un alternador trifásico en uno monofásico	77
4. Reguladores de tensión para alternadores sin escobillas	79
4.1 Cambio de tensión en las placas	81
4.2 Precauciones a observar en el regulador de tensión	87
5. Anomalías en alternadores	89
5.1 Comprobación de la excitatriz en el taller	89
5.2 Pruebas a realizar en alternadores averiados	91
5.3 Averías más frecuentes en alternadores	94
5.4 Rectificadores	107
5.4 Tiristores	117
5.5 Bobinas polares	120

6. Características generales de los alternadores	123
6.1 Bobinado amortiguador	124
6.2 Capacidad de sobrecarga	125
6.3 Cargas desequilibradas	125
6.4 Radiointerferencias	126
6.5 Corrientes de cortocircuito	128
6.6 Aislantes utilizados	128
6.7 Cálculo de poleas	129
6.8 Cuadro de protección y medida	130
6.9 Maniobra de arranque de un alternador	133
6.10 Tensiones normalizadas	135
6.11 Velocidades normalizadas	136
6.12 Potencias normalizadas	136
6.13 Rendimientos	136
6.14 Reglamento electrotécnico de baja tensión (Máquinas eléctricas)	136
7. Elección del alternador	147
7.1 Elección del alternador en función de la carga	147
7.2 Elección del motor diésel de arrastre en función del alternador a utilizar	148
8. Ensayos.....	153
8.1 Ensayo en vacío	153
8.2 Ensayo en carga	155
8.3 Ensayo de cortocircuito	160
8.4 Ensayo de aislamiento	162
8.5 Medida de la resistencia de aislamiento de los devanados	163
8.6 Medida de la resistencia de los devanados	165
9. Despieces de alternadores sin escobillas	169

Métodos de simulación y modelado

ÍNDICE

Prefacio	19
Organización de la Unidad Didáctica	23
Cómo utilizar el libro	25
Objetivos docentes	25
1. Introducción al modelado y la simulación	29
1.1. Introducción	33
1.2. Conceptos fundamentales	34
1.2.1. Sistema, experimento y modelo	34
1.2.2. Niveles en el conocimiento de los sistemas	36
1.2.3. Marco formal para el modelado y la simulación	38
1.3. Pasos en un estudio de simulación	41
1.3.1. Definición del objetivo	41
1.3.2. Hipótesis de modelado	41
1.3.3. Planteamiento del modelo	44
1.3.4. Diseño de los experimentos	46
1.3.5. Verificación y validación	46
1.4. Tipos de modelos y sus simuladores	47
1.4.1. Clasificaciones de los modelos matemáticos	47
1.4.2. Modelos de tiempo discreto	52
1.4.3. Modelos de eventos discretos	53

1.4.4. Autómatas celulares	57
1.4.5. Modelos basados en agentes	64
1.4.6. Modelos dinámicos en ecuaciones diferenciales ordinarias	68
1.4.7. Modelos híbridos	74
1.4.8. Modelos en derivadas parciales	77
1.5. Introducción al análisis de datos con R	84
1.5.1. El espacio de trabajo	87
1.5.2. Estructuras de datos	88
1.5.3. Gráficos	91
1.5.4. Manejo básico de los datos	95
1.5.5. Valor NA (Not Available)	97
1.5.6. Conversión del tipo de datos	98
1.5.7. Control del flujo	99
1.5.8. Funciones matemáticas y estadísticas	100
1.5.9. Definición de funciones	103
1.5.10. Paquetes	103
1.6. Lecturas recomendadas	104
1.7. Ejercicios de autocomprobación	106
1.8. Soluciones de los ejercicios	116
2. Modelado basado en principios físicos	137
2.1. Introducción	141
2.2. El lenguaje Modelica	142
2.2.1. Paradigma del modelado físico	142
2.2.2. Orientación a objetos	145
2.2.3. Entornos de modelado	147
2.3. Fundamentos del modelado de sistemas físicos	168
2.3.1. Interacción entre los componentes	168

2.3.2. Condiciones de contorno	170
2.3.3. Disipación de la energía	171
2.3.4. Intercambio de calor	172
2.3.5. Almacenamiento de la energía	172
2.3.6. Conversión reversible de la energía	174
2.4. Circuitos eléctricos	176
2.4.1. Ejemplo 1: circuito rectificador	176
2.4.2. Ejemplo 2: librería eléctrica	187
2.4.3. Ejemplo 3: redeclaración del tipo de los componentes	199
2.5. Sistemas mecánicos	202
2.5.1. Ejemplo 1: traslación en una dirección	204
2.5.2. Ejemplo 2: traslación en el plano	210
2.5.3. Ejemplo 3: vibración longitudinal de una varilla	218
2.6. Flujo de fluidos e intercambio de calor	222
2.6.1. Ejemplo 1: flujo radial de calor en una tubería	223
2.6.2. Ejemplo 2: conducción longitudinal del calor en una varilla	232
2.6.3. Ejemplo 3: control del nivel y temperatura de un depósito	238
2.6.4. Ejemplo 4: disipación del calor de un circuito	252
2.7. Lecturas recomendadas	259
2.8. Ejercicios de autocomprobación	260
2.9. Soluciones de los ejercicios	266
3. Simulación de modelos de tiempo continuo	285
3.1. Introducción	289
3.2. Asignación de la causalidad computacional	291
3.2.1. Clasificación de las variables	291
3.2.2. Singularidad estructural	294
3.2.3. Algoritmo de partición	296

3.2.4. Sistemas sobredeterminados e infradeterminados	298
3.2.5. Ejemplo: simulación de un circuito eléctrico	300
3.3. Sistemas DAE estructuralmente singulares	308
3.4. Índice de los sistemas DAE	318
3.4.1. Definición de índice	318
3.4.2. Dificultades asociadas al índice superior	327
3.5. Inicialización de sistemas DAE	329
3.5.1. Ligaduras ocultas y reducción del índice	331
3.5.2. El algoritmo de Pantelides	337
3.6. Lazos algebraicos	341
3.6.1. Manipulación simbólica de los lazos algebraicos	342
3.6.2. Solución de los lazos en la inicialización	343
3.6.3. Tearing de los lazos algebraicos no lineales	345
3.7. Selección de las variables de estado	346
3.7.1. Manipulación del sistema DAE	346
3.7.2. Selección dinámica por el entorno de modelado	351
3.7.3. Selección por el desarrollador del modelo	359
3.8. Solución numérica de sistemas DAE	360
3.8.1. DASSL	361
3.8.2. Integración inline	362
3.8.3. Integración mixed-mode	363
3.9. Lecturas recomendadas	364
3.10. Ejercicios de autocomprobación	365
3.11. Soluciones de los ejercicios	376
4. Modelado y simulación de sistemas híbridos	409
4.1. Introducción	413
4.2. Especificación de los modelos híbridos	413

4.2.1. Formalismo OHM	413
4.2.2. Especificación formal y algoritmo de la simulación	416
4.2.3. Especificación formal y descripción en Modelica	417
4.2.4. Ejemplo 1: rebote de una pelota	419
4.2.5. Ejemplo 2: depósito con válvula de desagüe	422
4.2.6. Ejemplo 3: dos depósitos conectados mediante una válvula	425
4.3. Detección y ejecución de los eventos	429
4.3.1. Eventos simultáneos	430
4.3.2. Función de cruce	436
4.3.3. Determinación del instante de disparo de los eventos	441
4.3.4. Chattering	445
4.4. Modelos con estructura variable	449
4.4.1. Ejemplo 1: interruptor ideal de flujo	449
4.4.2. Ejemplo 2: tubería con sistema de desagüe	450
4.4.3. Ejemplo 3: desagüe del líquido de un depósito	453
4.4.4. Ejemplo 4: llenado de dos depósitos en paralelo	456
4.4.5. Ejemplo 5: interruptor no ideal de flujo	456
4.5. Modelado de sistemas híbridos en Modelica	459
4.5.1. Sentencia y cláusula if	460
4.5.2. Ejemplo 1: interruptor ideal eléctrico	461
4.5.3. Ejemplo 2: diodo ideal	461
4.5.4. Cláusula when	467
4.5.5. Ejemplo 3: dos depósitos conectados mediante una válvula	472
4.5.6. Ejemplo 4: rebote de una pelota	475
4.5.7. Ejemplo 5: fricción seca	478
4.5.8. Tratamiento literal de las expresiones if	485
4.5.9. Ejemplo 6: conducción de calor en una pared	487

4.6. Inicialización del modelo en Modelica	495
4.6.1. Planteamiento de la inicialización	495
4.6.2. Variables de tiempo continuo	496
4.6.3. Ejemplo 1: péndulo plano	498
4.6.4. Variables de tiempo discreto	500
4.6.5. Ejemplo 2: lazo de control	501
4.6.6. Modelo para la inicialización	506
4.7. Experimentación con modelos en Modelica	506
4.7.1. Operaciones básicas	507
4.7.2. Experimentos complejos	509
4.8. Rand Model Designer	512
4.8.1. Modelado de sistemas físicos	513
4.8.2. Ejemplo 1: diodo ideal	518
4.8.3. Desarrollo de simulaciones interactivas	520
4.8.4. Descripción de la vista del laboratorio virtual	523
4.8.5. Ejemplo 2: sistema de cuatro tanques	524
4.9. Lecturas recomendadas	530
4.10. Ejercicios de autocomprobación	532
4.11. Soluciones de los ejercicios	538
5. Modelos en derivadas parciales	555
5.1. Introducción	559
5.2. Operadores diferenciales	559
5.2.1. Gradiente	560
5.2.2. Divergencia	561
5.2.3. Rotacional	562
5.2.4. Laplaciano	563
5.3. Tipos de PDE lineales de segundo orden	563

5.4. Condiciones iniciales y de frontera	564
5.5. Métodos de resolución	566
5.5.1. Método de diferencias finitas	567
5.5.2. Método de elementos finitos	570
5.6. Entornos de simulación de PDE	579
5.7. FlexPDE	580
5.7.1. Ficheros de trabajo	581
5.7.2. Fichero con extensión .PDE	582
5.7.3. Geometría	582
5.7.4. Variables y ecuaciones	585
5.7.5. Dominio del problema: regiones y parámetros	587
5.7.6. Especificación de las condiciones de contorno	590
5.7.7. Control de la precisión de la solución	591
5.7.8. Salida gráfica	591
5.7.9. Problemas en una dimensión	591
5.8. Ecuación de transferencia de calor	593
5.8.1. Ejemplo 1: transmisión de calor en una varilla rectangular	597
5.8.2. Ejemplo 2: transmisión de calor en una superficie cuadrada	599
5.9. Ecuación de ondas	601
5.9.1. Ejemplo 1: cuerda fija en sus dos extremos	603
5.9.2. Ejemplo 2: cuerda fija sólo en un extremo	605
5.10. Ecuación de Laplace	606
5.10.1. Ejemplo 1: condensador 2D relleno con 2 dieléctricos	608
5.10.2. Ejemplo 2: cable coaxial de sección exterior rectangular	611
5.11. Lecturas recomendadas	614
5.12. Ejercicios de auto comprobación	615
5.13. Soluciones de los ejercicios	620

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	XIII
---------------------------	------

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA 1

1.1. Introducción	2
1.2. Definiciones fundamentales	2
1.2.1. Sistema termodinámico	2
1.2.2. Variables de estado. Equilibrio termodinámico	2
1.2.3. Proceso y cambio de estado	3
1.2.4. Procesos reversibles e irreversibles	3
1.2.5. Sistemas abiertos. Procesos estacionarios	4
1.2.6. Paredes adiabáticas y diatermas	4
1.2.7. Fase y sustancia pura	4
1.2.8. Volumen específico, presión y temperatura	4
1.3. Presión	5
1.4. Temperatura. Principio Cero de la Termodinámica	5
1.5. Medida de temperaturas. Escalas termométricas	6
1.6. Medida de temperaturas. Tipos de termómetros	8
1.6.1. Termómetros de dilatación	8
1.6.2. Termorresistencias y termistores	9
1.6.3. Termopares	10
1.6.4. Pirómetros	10
1.7. Ecuación de estado térmica	11

EJERCICIOS RESUELTOS 13

CAPÍTULO 2. PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA 23

2.1. Formas de energía	24
2.1.1. Trabajo	24
2.1.2. Trabajo en procesos reversibles e irreversibles	25
2.1.3. Energía interna	26
2.1.4. Calor	26
2.2. El Primer Principio de la Termodinámica en sistemas cerrados	27
2.3. La ecuación de estado calórica	28
2.4. El Primer Principio de la Termodinámica en sistemas abiertos. Entalpía	29
2.4.1. Entalpía	29

2.5. El Primer Principio de la Termodinámica en procesos cíclicos.....	30
2.6. La máquina térmica	31
2.7. Ciclos de refrigeración y bomba de calor	31



EJERCICIOS RESUELTOS

33

CAPÍTULO 3. PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS

49

3.1. Superficie de estado de una sustancia pura	50
3.2. El diagrama p-V	51
3.3. El diagrama T-V	51
3.4. El diagrama p-T o diagrama de fases	53
3.5. La zona de vapor húmedo	54
3.6. Tablas termodinámicas	54
3.7. Aproximación para líquidos usando valores de líquido saturado	55
3.8. La sustancia incompresible	56
3.9. Gases ideales. Ecuación de estado	56
3.10. Gases reales. Ecuación de Van der Waals	57
3.11. Gases reales. Factor de compresibilidad	58
3.12. Procesos termodinámicos con gases ideales	59
3.13. Calores específicos, energía interna y entalpía en los gases ideales	60
3.14. Procesos adiabáticos	61
3.15. Procesos politrópicos	61
3.16. Mezcla de gases ideales. Leyes de Dalton y Amagat	63



EJERCICIOS RESUELTOS

64

CAPÍTULO 4. EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA EN SISTEMAS ABIERTOS

117

4.1. Volumen de control	118
4.2. Conservación de la masa en un volumen de control	118
4.2.1. Relación entre flujo másico y volumen	119
4.2.2. Flujo unidimensional	119
4.3. Conservación de energía en un volumen de control	120
4.3.1. Trabajo en un volumen de control	120
4.3.2. Balance de energía en el volumen de control	121
4.4. Balances de materia y energía en estado estacionario	121
4.5. Estudio de diferentes dispositivos en los que se realizan procesos abiertos	122
4.5.1. Toberas y difusores	122
4.5.2. Turbinas	123
4.5.3. Compresores y bombas	123
4.5.4. Dispositivos de estrangulación	124
4.5.5. Cámaras de mezcla	124
4.5.6. Intercambiadores de calor	124



EJERCICIOS RESUELTOS

126

CAPÍTULO 5. EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA 155

5.1. Introducción	156
5.2. Formulaciones de Clausius y Kelvin-Planck del Segundo Principio de la Termodinámica.	156
5.3. Procesos reversibles e irreversibles	157
5.3.1. Irreversibilidades	157
5.3.2. Reversibilidad interior y exterior	158
5.4. El ciclo de Carnot.	158
5.5. Los corolarios de Carnot	159
5.6. Procesos reversibles e irreversibles en sistemas adiabáticos.	159
5.7. Formulación cuantitativa del Segundo Principio de la Termodinámica	159
5.7.1. Entropía.	159
5.7.2. El Segundo Principio de la Termodinámica	160
5.8. Entropía y calor.	161
5.9. Flujo de entropía y entropía generada.	161
5.10. Balance de entropía en sistemas cerrados	161
5.11. Balance de entropía en volúmenes de control.	162
5.12. El diagrama T-s	162
5.13. Variación de entropía en una sustancia pura	163
5.13.1. Diagrama T-s	164
5.14. Transformaciones reversibles con gases ideales	164
5.14.1. Diagramas T-s.	165
5.15. Variación de entropía en gases ideales	165
5.15.1. Tablas de gases ideales	165
5.15.2. Calores específicos constantes.	166
5.16. Variación de entropía de una sustancia incompresible.	167
5.17. Procesos isoentrópicos y rendimientos isoentrópicos	167
5.17.1. Rendimiento isoentrópico de turbinas	168
5.17.2. Rendimiento isoentrópico de compresores y bombas	168



EJERCICIOS RESUELTOS

170

CAPÍTULO 6. TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS. EXERGÍA 211

6.1. Transformación de calor en trabajo mediante un proceso cíclico.	212
6.1.1. El factor de Carnot	213
6.1.2. La máquina térmica irreversible.	214
6.2. Inversión de la máquina térmica	215
6.2.1. Coeficientes de eficiencia	216
6.3. Exergía	216
6.4. Balance de exergía para sistemas cerrados	217
6.5. Balance de exergía para volúmenes de control en régimen permanente	218
6.6. Valoración de los procesos termodinámicos con ayuda de la exergía.	219
6.7. El diagrama de exergías	219
6.8. Eficiencia exergética.	221

6.9. Introducción a los ciclos reales en máquinas térmicas	221
6.9.1. Rendimiento térmico de un proceso cíclico. Temperaturas medias termodinámicas	221
6.9.2. Relación de trabajos	223
6.9.3. Realización práctica del ciclo de Carnot.	224
6.9.4. El ciclo de Carnot como proceso de comparación de una máquina de vapor.	225
6.9.5. El ciclo de Carnot como proceso de comparación de una turbina de gas.	226
6.10. El ciclo isobaro-isoentrópico	226

EJERCICIOS RESUELTOS 229

CAPÍTULO 7. MEZCLAS NO REACTIVAS. PSICROMETRÍA 297

7.1. Aire húmedo	298
7.1.1. Humedad específica o absoluta	299
7.1.2. Humedad relativa	299
7.1.3. Entalpía de la mezcla	299
7.2. Aire húmedo en contacto con agua líquida	300
7.2.1. Punto de rocío	300
7.3. Conservación de la masa y la energía en sistemas psicrométricos	301
7.4. Saturación adiabática: temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo	302
7.4.1. Temperaturas de bulbo seco y de bulbo húmedo	305
7.5. Diagrama psicrométrico	305
7.6. Estudio de diferentes procesos psicrométricos	306
7.6.1. Calentamiento y enfriamiento simples	306
7.6.2. Calentamiento con humidificación	308
7.6.3. Deshumidificación	309
7.6.4. Humidificación	311
7.6.5. Mezcla adiabática de dos corrientes de aire húmedo	313
7.6.6. Torres de refrigeración	315

EJERCICIOS RESUELTOS 317

CAPÍTULO 8. MEZCLAS REACTIVAS. COMBUSTIÓN 359

8.1. Introducción	360
8.1.1. Reacción química	360
8.2. Oxidación. Combustión	361
8.3. Tipos de combustión	362
8.3.1. Combustión completa	362
8.3.2. Combustión neutra	363
8.3.3. Combustión incompleta	363
8.3.4. Combustión totalmente incompleta	363
8.4. Aire mínimo para la combustión o poder comburívoro (A_0)	363
8.4.1. Cálculo de A_0 con combustibles sólidos o líquidos	363
8.4.2. Cálculo de A_0 con combustibles gaseosos	364

8.5. Coeficiente de exceso de aire	365
8.6. Poder fumígeno. Volumen de humos secos	366
8.6.1. Volumen de humos secos	366
8.6.2. Poder fumígeno	367
8.7. Hidrógeno disponible	367
8.8. Diagrama de la combustión	368
8.8.1. Combustible cualquiera (sólido, líquido o gaseoso) que no tenga CO_2 como elemento del combustible	368
8.8.2. Combustible gaseoso que contenga CO_2 como elemento del combustible	371
8.9. Poderes caloríficos de un combustible	372
8.9.1. Poder calorífico superior (PCS)	372
8.9.2. Poder calorífico inferior (PCI)	372
8.9.3. Relación entre el PCS y el PCI	373
8.10. Temperatura teórica de la combustión	373
8.11. Pérdida de calor por inquemados	374
8.12. Pérdida por calor sensible en los humos	374
8.13. Cálculo del rendimiento de la combustión	376
 EJERCICIOS RESUELTOS	377
CUADROS Y TABLAS	409
BIBLIOGRAFÍA	427

Contenido

Prólogo	xi
Capítulo 1. LA FAMILIA DE MICROCONTROLADORES PIC	1
1.1. Importancia de los microcontroladores PIC.....	1
1.2. Clasificación de los microcontroladores PIC	3
1.3. Microcontroladores PIC de 8 bits	3
1.3.1. La gama Base	5
1.3.2. La gama Media	6
1.3.3. La gama Mejorada	15
1.4. Microcontroladores PIC de 16 bits	16
1.4.1. Gama de microcontroladores MCU de 16 bits	16
1.4.2. Gama de microcontroladores DSC de 16 bits	20
 Programar PIC es fácil: Recordando el viejo PIC16F84	 23
 Diseñar con PIC es fácil: Presentación de los sensores analógicos más utilizados ...	 30
 Capítulo 2. ARQUITECTURA, DIAGRAMA DE CONEXIONES Y REPERTORIO DE INSTRUCCIONES	 33
2.1. Introducción	33
2.2. Procesador RISC con arquitectura Harvard	34
2.3. Organización de la memoria de programa	38
2.4. Organización de la memoria de datos RAM	39
2.4.1. Registros específicos para el control de la memoria de programa	39

vi CONTENIDO

2.4.2. Control de la memoria de datos.....	39
2.5. Diagrama de conexión.....	42
2.6. Repertorio de instrucciones.....	46
Programar PIC es fácil: El primer programa con los PIC16F87x	48
Diseñar con PIC es fácil: Actuadores para diversas aplicaciones: los motores	52
Capítulo 3. PRINCIPALES REGISTROS DE CONTROL Y MANEJO DE LAS MEMORIAS FLASH Y EEPROM	57
3.1. Los registros de control	57
3.2. Registro de estado (STATUS)	57
3.3. Registro de opciones (OPTION).....	59
3.4. Registro para controlar las interrupciones.....	59
3.4.1. Registro de control de interrupciones (INTCON)	61
3.4.2. Registro de permiso de interrupciones 1 (PIE1)	61
3.4.3. Registro de permiso de interrupciones 2 (PIE2)	62
3.4.4. Registros de los señalizadores de interrupciones 1 y 2 (PIR1 y PIR2).....	62
3.5. Lectura y escritura de las memorias EEPROM y FLASH	62
Programar PIC es fácil: Un programa que maneja las memorias FLASH de código y EEPROM de datos	67
Diseñar con PIC es fácil: Ampliación de periféricos para el trabajo con PIC.....	74
Capítulo 4. LAS PUERTAS DE E/S Y RECURSOS ESPECIALES DEL PROCESADOR	81
4.1. Puertas de E/S	81
4.1.1. Puerta A	81
4.1.2. Puerta B	83
4.1.3. Puerta C	85
4.1.4. Puerta D	85
4.1.5. Puerta E	86
4.2. Palabra de configuración.....	86
4.3. Palabras de identificación	87
4.4. Reinicialización o reset	88
4.5. Perro Guardián (WDT: watchdog timer)	91
4.6. Modo de reposo o de bajo consumo.....	91
4.7. Programación de los PIC16F87x	92
Programar PIC es fácil: Utilización de los recursos del PIC	94
Diseñar con PIC es fácil: Ampliación de los recursos del PIC	97

Capítulo 5. LOS TEMPORIZADORES	101
5.1. Tipos y características generales	101
5.2. Estructura interna y funcionamiento del TMR1	102
5.3. Registro de control del TMR1 (T1CON)	103
5.4. Chuleta-resumen de los registros asociados al TMR1	104
5.5. Funcionamiento y programación del TMR2	104
5.6. Chuleta-resumen de los registros asociados al TMR2	106
Programar PIC es fácil: Midiendo el tiempo	107
Diseñar con PIC es fácil: Aplicación de los PIC al control de motores y sensores	114
 Capítulo 6. MÓDULOS DE CAPTURA, COMPARACIÓN Y MODULACIÓN DE ANCHURA DE PULSOS	 119
6.1. Introducción a los módulos CCP	119
6.2. Modo captura	120
6.3. Modo comparación	121
6.4. Chuleta-resumen de los registros asociados al módulo de captura y al de comparación	122
6.5. Modo de modulación de anchura de pulsos (PWM)	123
6.6. Chuleta-resumen de los registros asociados al módulo PWM	124
Programar PIC es fácil: Trabajo con los módulos CCP	126
Diseñar con PIC es fácil: Aplicación de los microcontroladores: la robótica	138
 Capítulo 7. EL CONVERTOR A/D	 143
7.1. Presentación del convertor analógico/digital	143
7.2. Registros de trabajo	143
7.3. Estructura interna y configuración del convertor A/D	145
7.4. Chuleta-resumen de los registros asociados al convertor analógico/digital	150
Programar PIC es fácil: Adquisición de valores con los convertidores A/D	151
Diseñar con PIC es fácil: Visualización de valores por pantallas LCD	159
 Capítulo 8. MÓDULO DE COMUNICACIÓN SERIE SÍNCRONA	 167
8.1. Introducción	167
8.2. Modo SPI	169
8.3. Manejo y programación en el modo SPI	170

viii CONTENIDO

8.4.	Módulo MSSP trabajando en modo I2C	173
8.5.	Conceptos fundamentales sobre el bus I2C	174
8.5.1.	Concepto del bus I2C	174
8.5.2.	Terminología del bus I2C	176
8.6.	Características generales	176
8.6.1.	Transferencia del bit	177
8.6.2.	Transferencia de datos	178
8.6.3.	Arbitraje sin sincronización de reloj	180
8.6.4.	Formato	182
8.7.	Direccionamiento	183
8.7.1.	Definición del primer byte	183
8.8.	Especificaciones eléctricas	184
8.8.1.	Tiempos	186
8.9.	El bus I2C y los PIC16F87x	187
8.10.	Chuleta-resumen de los registros usados para el bus I2C	191
8.11.	Funcionamiento del modo maestro	191
8.11.1.	Condición de inicio (start)	192
8.11.2.	Condición de repetición de inicio (start)	192
8.11.3.	Modo maestro en transmisión	192
8.11.4.	Modo maestro en recepción	193
8.11.5.	Secuencia de reconocimiento	193
8.11.6.	Condición de parada (stop)	194
	Programar PIC es fácil: Comunicación mediante el módulo MSSP	195
	Diseñar con PIC es fácil: Comunicación de datos digitales por radio frecuencia	200
Capítulo 9.	EL USART: TRANSMISOR/RECEPTOR SÍNCRONO/ASÍNCRONO SERIE	205
9.1.	Comunicación serie asíncrona	205
9.2.	Generador de baudios	207
9.3.	Transmisor asíncrono	209
9.4.	Receptor asíncrono	212
	Programar PIC es fácil: Comunicación serie con el USART	215
Capítulo 10.	CARACTERÍSTICAS Y APORTACIONES DE LA GAMA MEJORADA	221
10.1.	El espectacular desarrollo de los PIC18F	221
10.2.	Aportaciones específicas	223
10.3.	Nomenclatura	224
10.4.	Diagrama de conexiones	224
10.5.	Encapsulados	227

Capítulo 11. ARQUITECTURA INTERNA	229
11.1. Descripción general	229
11.2. Diagrama de conexiónado	232
11.3. Configuración del oscilador	233
10.3.1. Tipos de oscilador	233
10.3.2. El oscilador de cristal	234
10.3.3. Selección del oscilador	235
10.3.4. El registro OSCCON	235
10.3.5. Otros registros de configuración	235
Capítulo 12. LA MEMORIA DE DATOS	237
12.1. Organización del espacio de datos	237
12.2. Modos de direccionamiento	239
12.2.1. Modo de direccionamiento directo	240
12.2.2. Modo de direccionamiento indirecto	241
12.2.3. Acceso a Banco	241
12.3. El registro de estado (SR)	242
12.4. El registro de control del reset (RCON)	243
12.5. La memoria EEPROM	244
12.5.1. Los registros EEADR y EEADRH	244
12.5.2. Los registros EECON1 y EECON2	244
12.5.3. Lectura de la memoria EEPROM	246
12.5.4. Escritura de la memoria EEPROM	246
Capítulo 13. LA MEMORIA DE PROGRAMA	249
13.1. Organización de la memoria de programa	249
13.2. Operaciones de lectura y escritura de tabla	250
13.3. Los registros de control	250
13.3.1. TABLAT	251
13.3.2. TBLPTR	251
13.3.3. EECON1 y EECON2	252
13.4. Operación de borrado de la memoria FLASH	253
13.5. Escritura de la memoria FLASH	253
13.6. Interfaz para memoria externa	253
13.7. Modo de 16 bits	256
Capítulo 14. LAS INTERRUPCIONES	259
14.1. Los registros de control de interrupciones	259
14.2. Registro RCON	260
14.3. Registros INTCON	260
14.4. Registros PIR	263

x CONTENIDO

14.5. Registros PIE.....	264
14.6. Registros IPR	264
Capítulo 15. EL REPERTORIO DE INSTRUCCIONES	267
15.1. Juego de instrucciones estándar	267
15.2. Operaciones orientadas al byte	267
15.3. Operaciones orientadas al bit	272
15.4. Operaciones con literales	273
15.4. Operaciones de control	275
Capítulo 16. PERIFÉRICOS Y RECURSOS ESPECÍFICOS.....	281
16.1. Las puertas de entrada/salida	281
16.1.1. La Puerta A.....	281
16.1.2. La Puerta B.....	282
16.1.3. La Puerta C.....	283
16.1.4. La Puerta D.....	284
16.1.5. La Puerta E.....	284
16.1.6. La Puerta F.....	285
16.1.7. La Puerta G.....	286
16.1.8. La Puerta H.....	286
16.1.9. La Puerta J.....	287
16.2. Temporizadores	288
16.2.1. El TMR0	288
16.2.2. El TMR1	289
16.2.3. El TMR2 y el TMR4	292
16.2.4. El TMR3.....	292
16.3. Módulos CCP: Captura, Comparación y Modulación de Anchura de Pulsos	296
16.3.1. Modo captura.....	297
16.3.2. Modo comparación.....	298
16.3.3. Modo modulación de anchura de pulsos (PWM)	299
16.4. El conversor A/D	300
16.5. Módulos de comunicación	303
16.6. Módulo comparador	304
16.7. Otras características especiales de la CPU.....	306
Capítulo 17. INTRODUCCIÓN A LOS MICROCONTROLADORES PIC DE 16 BITS	307
17.1. Introducción	307
17.2. Características generales de los PIC24	307
17.3. Arquitectura de la CPU	309
17.4. Modelo de procesador para el programador.....	310

17.3. La memoria de programa	313
17.4. La memoria de datos	315
Capítulo 18. LOS dsPIC	317
18.1. Microcontroladores con prestaciones DSP	317
18.2. Microcontroladores y DSC	319
18.3. Clasificación de los DSC	319
18.3.1. Dispositivos dsPIC30F de propósito general	320
18.3.2. Dispositivos dsPIC30F para el control de sensores.....	320
18.3.3. Dispositivos dsPIC30F para el control de motores y sistemas de alimentación.....	321
18.4. Encapsulados y diagramas de conexiones	321
18.5. Arquitectura de la CPU	325
18.6. Las memorias	325
18.7. El camino de datos	327
Anexo A. LABORATORIO EXPERIMENTAL “PIC School”	329
A.1. Herramientas de desarrollo recomendadas.....	329
A.2. Fases en el desarrollo de una aplicación con PIC	332
A.3. Experimentos con la gama media	334
A.3.1. Experimento 1: Entradas y salidas digitales	334
A.3.2. Experimento 2: La máquina “Su Turno”	342
A.3.3. Experimento 3: La pantalla LCD	345
A.3.4. Experimento 4: El frecuencímetro	347
A.3.5. Experimento 5: El conversor ADC	352
A.4. Experimentos con la gama mejorada	354
A.4.1. Experimento 6: El multiplicador de 8x8 bits.....	355
A.4.2. Experimento 7: Modulación Ancho de Banda (PWM) controlado por potenciómetro.....	356
A.3.3. Experimento 8: Visualización de dos canales analógicos a través del USART	360
A.5. El compilador de C	365
Bibliografía y direcciones de interés relacionadas con los PIC	369
Índice	371

