

1. Rojo, José Vicente. Cómo estudiar para un examen tipo test. Alcalá de Guadaíra: MAD, 2010. 139p.
ISBN-978-84-676-4014-4
Signatura: IB/371.32 ROJ com



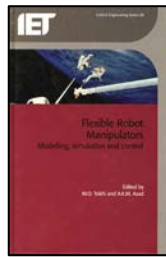
[Índice](#)

2. Çengel, Yunus A. Termodinámica. México; Madrid [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2009. XXXIII, 1008 p.
ISBN- 978-970-10-7286-8
Signatura: IB/536 ÇEN ter



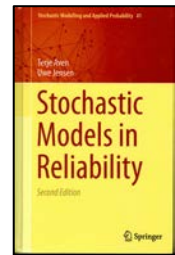
[Índice](#)

3. Flexible robot manipulators: modelling, simulation and control. London: Institution of Engineering and Technology, 2008. XXXI, 545 p.
ISBN-978-0-86341-448-0
Signatura: IB/681.5 FLE rol



[Índice](#)

4. Aven, Terje. Stochastic models in reliability. New York: Springer, cop. 2013. XIV, 297 p.
ISBN-978-1-4614-7893-5
Signatura: IB/519.21 AVE sto



[Índice](#)

5. Case, Jennifer M. Researching student learning in higher education: a social realist approach. London [etc.]: Routledge, 2013. XII, 155 p. ISBN-978-0-415-66235-2
Signatura: IB/62:37 CAS res



[Índice](#)

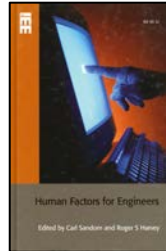
6. Control engineering solutions: a practical approach. London: Institution of Electrical Engineers, cop. 1997. XXII, 297 p.
ISBN-0-85296-829-9
Signatura: IB/681.51 CON ach



[Índice](#)

7. Human factors for engineers. London: Institution of Electrical Engineers, cop. 2004. XXVI, 361 p. ISBN-0-86341-329-3

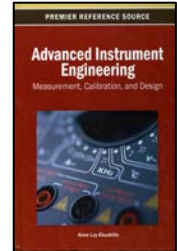
Signatura: IB/62-051 HUM ers



[Índice](#)

8. Advanced instrument engineering: measurement, calibration, and design. Hershey, PA: Engineering Science Reference, cop. 2013. XXII, 336 p. ISBN-978-1-4666-4165-5

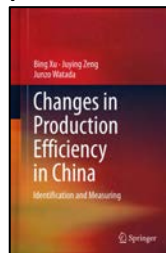
Signatura: IB/62-5 ADV ing



[Índice](#)

9. Bing Xu. Changes in production efficiency in China: identification and measuring. New York: Springer New York : Imprint: Springer, 2014. XII, 140 p. ISBN- 978-1-4614-7719-8

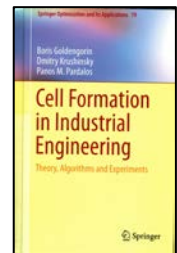
Signatura: IB/658(510) XUB cha



[Índice](#)

10. Goldengorin, Boris. Cell formation in industrial engineering: theory, algorithms and experiments. New York: Springer, cop. 2013. 206 p. ISBN-978-1-4614-8001-3

Signatura: IB/681.3 GOL cel



[Índice](#)

11. Olsen, Clare. Collaborations in architecture and engineering. New York: Routledge, 2014. X, 213 p. ISBN-978-0-415-84061-3

Signatura: IB/72:62 OLS col



[Índice](#)

12. Arango Tobón, Julio Cesar. Interventoría técnica y administrativa aplicada a sistemas de drenaje. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2016. 368p. ISBN-978-958-775-677-7

Signatura: IB/628.11 ARA int



[Índice](#)

13. Jurado, Jesús Fabián. Electromagnetismo para ingenierías. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2013. 206p. ISBN-978-958-761-564-7

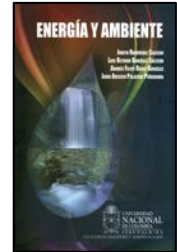
Signatura: IB/537.8(076) JUR ele



[Índice](#)

14. Judith Rodríguez Salcedo [y otros]. Energía y ambiente. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2013. 378 p. ISBN-978-958-761-596-8

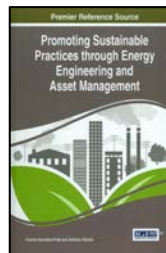
Signatura: IB/620.9 ENE nte



[Índice](#)

15. Promoting sustainable practices through energy engineering and asset management. Hershey, PA: Engineering Science Reference, An Imprint of IGI Global, cop. 2015. 402p. ISBN 978-1-4666-8222-1

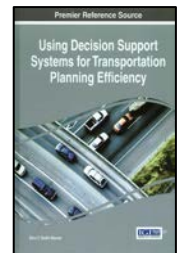
Signatura: IB/620.9 PRO ent



[Índice](#)

16. Ebru V. Ocalir-Akunal. Using decision support systems for transportation planning efficiency. Hershey, PA: Engineering Science Reference, cop. 2016. 475p. ISBN-978-1-4666-8648-9

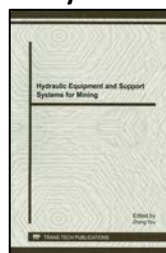
Signatura: IB/656.07 USI ncy



[Índice](#)

17. International Workshop on hydraulic equipment and support systems for mining (1st. 2012. Huludao, China). Hydraulic equipment and support systems for mining. Zurich-Durnten: Trans Tech Publications Ltd., cop. 2013. 612p. ISBN: 978-3-03785-555-3

Signatura: IB/622.24 INT hyd



[Índice](#)

18. Redondo Quintela, Félix. Redes eléctricas de Kirchhoff: Teoría de Circuitos: con más de 400 problemas resueltos. Aldeatejada, Salamanca: STS Ediciones, D.L. 2016. 690p. ISBN 978-84-945733-0-9

Signatura: IB/621.31 RED red (3ª ed.)



[Índice](#)

Cómo estudiar para un examen tipo test

Índice

Prólogo	11
Capítulo I: ESPECIALIDADES EN EL ESTUDIO DE UN CUESTIONARIO TIPO-TEST	13
Capítulo II: CUESTIONARIO TIPO TEST: LO QUE ES Y LO QUE NO ES	17
Capítulo III: ANTES DE ESTUDIAR PARA UN EXAMEN TIPO-TEST	21
Capítulo IV: ¿CÓMO ESTUDIAR PARA UN EXAMEN TIPO TEST?: CONSIDERACIONES GENERALES	37
Capítulo V: ESTUDIO DE LOS CONCEPTOS	43
Capítulo VI: ¿CÓMO ESTUDIAR DETERMINADAS PREGUNTAS?	47
Capítulo VII: ¿QUÉ HAGO CON LOS TEST QUE ME HAN DADO?	53
Capítulo VIII: ¿HACER YO MIS PROPIOS TEST?	61
Capítulo IX: CONTESTANDO EL TEST	65
Capítulo X: ¿CÓMO RESPONDER A UN "EXAMEN PRÁCTICO DE TEST"? ...	85
Capítulo XI: CÓMO CORREGIR PROVECHOSAMENTE UN CUESTIONARIO TIPO-TEST EN CLASE (PARA LECTURA DEL PREPARADOR Y TAMBIÉN DEL OPOSITOR)	97
Capítulo XII: EL EXAMEN	121
Reconsideración final	139

Termodinámica

CONTENIDO

Prefacio xv

CAPÍTULO I

Introducción y conceptos básicos 1

- 1-1 **Termodinámica y energía 2**
Áreas de aplicación de la termodinámica 3
- 1-2 **Importancia de las dimensiones y unidades 3**
Algunas unidades SI e inglesas 6
Homogeneidad dimensional 8
Relaciones de conversión de unidades 9
- 1-3 **Sistemas y volúmenes de control 10**
- 1-4 **Propiedades de un sistema 12**
Continuo 12
- 1-5 **Densidad y densidad relativa 13**
- 1-6 **Estado y equilibrio 14**
Postulado de estado 14
- 1-7 **Procesos y ciclos 15**
Proceso de flujo estacionario 16
- 1-8 **Temperatura y ley cero de la termodinámica 17**
Escala de temperatura 17
Escala de temperatura internacional de 1990 (ITS-90) 20
- 1-9 **Presión 21**
Variación de la presión con la profundidad 23
- 1-10 **Dispositivos para la medición de la presión 26**
Barómetro 26
Manómetro 29
Otros dispositivos de medición de presión 32
- 1-11 **Técnica para resolver problemas 33**
Paso 1: enunciado del problema 34
Paso 2: esquema 34
Paso 3: suposiciones y aproximaciones 34
Paso 4: leyes físicas 34
Paso 5: propiedades 34
Paso 6: cálculos 34
Paso 7: razonamiento, comprobación y análisis 35
Paquetes de software de ingeniería 35
Programa para resolver ecuaciones de ingeniería (Engineering Equation Solver, EES) 36
Observación acerca de los dígitos significativos 38
Resumen 39
Referencias y lecturas recomendadas 40
Problemas 40

CAPÍTULO 2

Energía, transferencia de energía y análisis general de energía 51

- 2-1 **Introducción 52**
- 2-2 **Formas de energía 53**
Algunas consideraciones físicas de la energía interna 55
Más sobre energía nuclear 56
Energía mecánica 58
- 2-3 **Transferencia de energía por calor 60**
Antecedentes históricos sobre el calor 61
- 2-4 **Transferencia de energía por trabajo 62**
Trabajo eléctrico 65
- 2-5 **Formas mecánicas del trabajo 66**
Trabajo de flecha 66
Trabajo de resorte 67
Trabajo hecho sobre barras sólidas elásticas 67
Trabajo relacionado con el estiramiento de una película líquida 68
Trabajo hecho para elevar o acelerar un cuerpo 68
Formas no mecánicas del trabajo 69
- 2-6 **La primera ley de la termodinámica 70**
Balance de energía 71
Incremento de la energía de un sistema, $\Delta E_{\text{sistema}}$ 72
Mecanismos de transferencia de energía, E_{entrada} y E_{salida} 73
- 2-7 **Eficiencia en la conversión de energía 77**
Eficiencia de dispositivos mecánicos y eléctricos 81
- 2-8 **Energía y ambiente 85**
Ozono y smog 86
Lluvia ácida 87
Efecto invernadero: calentamiento global y cambio climático 88
Tema de interés especial:
Mecanismos de transferencia de calor 91
Resumen 96
Referencias y lecturas recomendadas 96
Problemas 97

CAPÍTULO 3

Propiedades de las sustancias puras 109

- 3-1 **Sustancia pura 110**
- 3-2 **Fases de una sustancia pura 110**

3-3	Procesos de cambio de fase en sustancias puras	111
	Líquido comprimido y líquido saturado	112
	Vapor saturado y vapor sobrecalentado	112
	Temperatura de saturación y presión de saturación	113
	Algunas consecuencias de la dependencia de T_{sat} y P_{sat}	115
3-4	Diagramas de propiedades para procesos de cambio de fase	116
	1 Diagrama T - v	116
	2 Diagrama P - v	118
	Ampliación de los diagramas para incluir la fase sólida	119
	3 Diagrama P - T	122
	Superficie P - v - T	123
3-5	Tablas de propiedades	124
	Entalpía: una propiedad de combinación	124
	1a Estados de líquido saturado y de vapor saturado	125
	1b Mezcla saturada de líquido-vapor	127
	2 Vapor sobrecalentado	130
	3 Líquido comprimido	131
	Estado de referencia y valores de referencia	133
3-6	Ecuación de estado de gas ideal	135
	¿El vapor de agua es un gas ideal?	137
3-7	Factor de compresibilidad, una medida de la desviación del comportamiento de gas ideal	137
3-8	Otras ecuaciones de estado	142
	Ecuación de estado de Van der Waals	142
	Ecuación de estado de Beattie-Bridgeman	143
	Ecuación de estado de Benedict-Webb-Rubin	143
	Ecuación de estado virial	143
	Tema de interés especial:	
	Presión de vapor y equilibrio de fases	147
	Resumen	151
	Referencias y lecturas recomendadas	152
	Problemas	152

CAPÍTULO 4

Análisis de energía de sistemas cerrados 163

4-1	Trabajo de frontera móvil	164
	Proceso politrópico	169
4-2	Balance de energía para sistemas cerrados	171
4-3	Calores específicos	176
4-4	Energía interna, entalpía y calores específicos de gases ideales	178
	Relaciones de calores específicos de gases ideales	180
4-5	Energía interna, entalpía y calores específicos de sólidos y líquidos	187
	Cambios de energía interna	187
	Cambios de entalpía	187

Tema de interés especial:	
Aspectos termodinámicos de los sistemas biológicos	191
Resumen	198
Referencias y lecturas recomendadas	199
Problemas	199

CAPÍTULO 5

Análisis de masa y energía de volúmenes de control 215

5-1	Conservación de la masa	216
	Flujos másico y volumétrico	216
	Principio de conservación de la masa	218
	Balance de masa para procesos de flujo estacionario	219
	Caso especial: flujo incompresible	220
5-2	Trabajo de flujo y energía de un fluido en movimiento	222
	Energía total de un fluido en movimiento	223
	Energía transportada por la masa	224
5-3	Análisis de energía de sistemas de flujo estacionario	226
5-4	Algunos dispositivos ingenieriles de flujo estacionario	229
	1 Toberas y difusores	229
	2 Turbinas y compresores	232
	3 Válvulas de estrangulamiento	235
	4a Cámaras de mezclado	236
	4b Intercambiadores de calor	238
	5 Flujo en tuberías y ductos	240
5-5	Análisis de procesos de flujo no estacionario	242
	Tema de interés especial:	
	Ecuación general de energía	247
	Resumen	250
	Referencias y lecturas recomendadas	251
	Problemas	251

CAPÍTULO 6

La segunda ley de la termodinámica 275

6-1	Introducción a la segunda ley	276
6-2	Depósitos de energía térmica	277
6-3	Máquinas térmicas	278
	Eficiencia térmica	279
	¿Es posible ahorrar Q_{salida} ?	281
	La segunda ley de la termodinámica: enunciado de Kelvin-Planck	283
6-4	Refrigeradores y bombas de calor	283
	Coefficiente de desempeño	284
	Bombas de calor	285

Desempeño de refrigeradores, acondicionadores de aire y bombas de calor	286
La segunda ley de la termodinámica: enunciado de Clausius	288
Equivalencia de los dos enunciados	289
6-5 Máquinas de movimiento perpetuo	290
6-6 Procesos reversibles e irreversibles	292
Irreversibilidades	293
Procesos interna y externamente reversibles	294
6-7 El ciclo de Carnot	295
Ciclo de Carnot inverso	297
6-8 Principios de Carnot	297
6-9 Escala termodinámica de temperatura	299
6-10 La máquina térmica de Carnot	301
Calidad de la energía	303
Cantidad contra calidad en la vida diaria	303
6-11 El refrigerador de Carnot y la bomba de calor	304
<i>Tema de interés especial:</i>	
Refrigeradores domésticos	307
Resumen	311
Referencias y lecturas recomendadas	312
Problemas	312

CAPÍTULO 7

Entropía 329

7-1 Entropía	330
Caso especial: procesos isotérmicos de transferencia de calor internamente reversibles	332
7-2 El principio del incremento de entropía	333
Algunos comentarios sobre la entropía	335
7-3 Cambio de entropía de sustancias puras	337
7-4 Procesos isentrópicos	341
7-5 Diagramas de propiedades que involucran a la entropía	342
7-6 ¿Qué es la entropía?	344
La entropía y la generación de entropía en la vida diaria	346
7-7 Las relaciones $T ds$	348
7-8 Cambio de entropía de líquidos y sólidos	349
7-9 Cambio de entropía de gases ideales	352
Calores específicos constantes (análisis aproximado)	353
Calores específicos variables (análisis exacto)	354
Procesos isentrópicos de gases ideales	356
Calores específicos constantes (análisis aproximado)	356
Calores específicos variables (análisis exacto)	357
Presión relativa y volumen específico relativo	357

7-10 Trabajo reversible de flujo estacionario	360
Demostración que los dispositivos de flujo estacionario entregan el máximo trabajo y consumen el mínimo cuando el proceso es reversible	363
7-11 Minimización del trabajo del compresor	364
Compresión en etapas múltiples con interenfriamiento	365
7-12 Eficiencias isentrópicas de dispositivos de flujo estacionario	368
Eficiencia isentrópica de turbinas	369
Eficiencias isentrópicas de compresores y bombas	371
Eficiencia isentrópica de toberas	373
7-13 Balance de entropía	375
Cambio de entropía de un sistema, $\Delta S_{\text{sistema}}$	376
Mecanismos de transferencia de entropía, S_{entrada} y S_{salida}	376
1 Transferencia de calor	376
2 Flujo másico	377
Generación de entropía, S_{gen}	378
Sistemas cerrados	379
Volúmenes de control	379
Generación de entropía asociada con un proceso de transferencia de calor	386
<i>Tema de interés especial:</i>	
Reducción del costo del aire comprimido	388
Resumen	398
Referencias y lecturas recomendadas	399
Problemas	400

CAPÍTULO 8

Exergía: una medida del potencial de trabajo 423

8-1 Exergía: potencial de trabajo de la energía	424
Exergía (potencial de trabajo) asociada con la energía cinética y potencial	425
8-2 Trabajo reversible e irreversibilidad	427
8-3 Eficiencia según la segunda ley, η_{II}	432
8-4 Cambio de exergía de un sistema	435
Exergía de una masa fija: exergía sin flujo (o de sistema cerrado)	435
Exergía de una corriente de flujo: exergía de flujo (o corriente)	438
8-5 Transferencia de exergía por calor, trabajo y masa	441
Transferencia de exergía por calor, Q	441
Transferencia de exergía por trabajo, W	442
Transferencia de exergía por masa, m	443
8-6 Principio de disminución de exergía y destrucción de exergía	443
Destrucción de exergía	444
8-7 Balance de exergía: sistemas cerrados	445

- 8-8 Balance de exergía: volúmenes de control 456**
 Balance de exergía para sistemas de flujo estacionario 457
 Trabajo reversible, W_{rev} 458
 Eficiencia según la segunda ley para dispositivos de flujo estacionario, η_{II} 458
Tema de interés especial:
Aspectos cotidianos de la segunda ley 464
 Resumen 469
 Referencias y lecturas recomendadas 470
 Problemas 470

CAPÍTULO 9

Ciclos de potencia de gas 487

- 9-1 Consideraciones básicas para el análisis de los ciclos de potencia 488**
9-2 El ciclo de Carnot y su valor en ingeniería 490
9-3 Suposiciones de aire estándar 492
9-4 Breve panorama de las máquinas recíprocas 493
9-5 Ciclo de Otto: el ciclo ideal para las máquinas de encendido por chispa 494
9-6 Ciclo Diesel: el ciclo ideal para las máquinas de encendido por compresión 501
9-7 Ciclos Stirling y Ericsson 504
9-8 Ciclo Brayton: el ciclo ideal para los motores de turbina de gas 508
 Desarrollo de las turbinas de gas 511
 Desviación de los ciclos reales de turbina de gas en comparación con los idealizados 514
9-9 Ciclo Brayton con regeneración 516
9-10 Ciclo Brayton con interenfriamiento, recalentamiento y regeneración 518
9-11 Ciclos ideales de propulsión por reacción 522
 Modificaciones para motores de turboreactor 526
9-12 Análisis de ciclos de potencia de gas con base en la segunda ley 528
Tema de interés especial:
Ahorro de combustible y dinero al manejar con sensatez 531
 Resumen 538
 Referencias y lecturas recomendadas 540
 Problemas* 540

CAPÍTULO 10

Ciclos de potencia de vapor y combinados 555

- 10-1 El ciclo de vapor de Carnot 556**
10-2 Ciclo Rankine: el ciclo ideal para los ciclos de potencia de vapor 557
 Análisis de energía del ciclo Rankine ideal 558
10-3 Desviación de los ciclos de potencia de vapor reales respecto de los idealizados 561
10-4 ¿Cómo incrementar la eficiencia del ciclo Rankine? 564
 Reducción de la presión del condensador (*reducción de $T_{baja, prom}$*) 564
 Sobrecalentamiento del vapor a altas temperaturas (*incremento de $T_{alta, prom}$*) 565
 Incremento de la presión de la caldera (*incremento de $T_{alta, prom}$*) 565
10-5 El ciclo Rankine ideal con recalentamiento 568
10-6 El ciclo Rankine ideal regenerativo 572
 Calentadores abiertos de agua de alimentación 572
 Calentadores cerrados de agua de alimentación 574
10-7 Análisis de ciclos de potencia de vapor con base en la segunda ley 580
10-8 Cogeneración 583
10-9 Ciclos de potencia combinados de gas y vapor 587
Tema de interés especial:
Ciclos binarios de vapor 590
 Resumen 593
 Referencias y lecturas recomendadas 593
 Problemas 594

CAPÍTULO 11

Ciclos de refrigeración 609

- 11-1 Refrigeradores y bombas de calor 610**
11-2 El ciclo invertido de Carnot 611
11-3 El ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor 612
11-4 Ciclo real de refrigeración por compresión de vapor 616
11-5 Análisis de la segunda ley del ciclo de refrigeración por compresión de vapor 618
11-6 Selección del refrigerante adecuado 623
11-7 Sistemas de bombas de calor 625

- 11-8 Sistemas innovadores de refrigeración por compresión de vapor 627**
Sistemas de refrigeración en cascada 627
Sistemas de refrigeración por compresión de múltiples etapas 630
Sistemas de refrigeración de propósito múltiple con un solo compresor 632
Licuefacción de gases 633
- 11-9 Ciclos de refrigeración de gas 635**
- 11-10 Sistemas de refrigeración por absorción 638**
Tema de interés especial:
Sistemas termoeléctricos de generación de potencia y de refrigeración 641
Resumen 643
Referencias y lecturas recomendadas 644
Problemas 644

CAPÍTULO 12

Relaciones de propiedades termodinámicas 659

- 12-1 Un poco de matemáticas: derivadas parciales y relaciones asociadas 660**
Diferenciales parciales 661
Relaciones de derivadas parciales 663
- 12-2 Relaciones de Maxwell 664**
- 12-3 La ecuación de Clapeyron 666**
- 12-4 Relaciones generales para du, dh, ds, c_v y c_p 669**
Cambios en la energía interna 669
Cambios de entalpía 670
Cambios de entropía 671
Calores específicos c_v y c_p 672
- 12-5 El coeficiente de Joule-Thomson 676**
- 12-6 Las Δh , Δu y Δs de gases reales 677**
Cambios en la entalpía de gases reales 678
Cambios de energía interna de gases ideales 679
Cambios de entropía de gases reales 679
Resumen 682
Referencias y lecturas recomendadas 683
Problemas 683

CAPÍTULO 13

Mezcla de gases 691

- 13-1 Composición de una mezcla de gases: fracciones molares y de masa 692**
- 13-2 Comportamiento P - v - T de mezclas de gases: gases ideales y reales 694**
Mezclas de gases ideales 695
Mezclas de gases reales 695

- 13-3 Propiedades de mezclas de gases: gases ideales y reales 699**
Mezclas de gases ideales 700
Mezclas de gases reales 703
Tema de interés especial:
Potencial químico y el trabajo de separación de mezclas 707
Resumen 718
Referencias y lecturas recomendadas 719
Problemas 719

CAPÍTULO 14

Mezclas de gas-vapor y acondicionamiento de aire 727

- 14-1 Aire seco y aire atmosférico 728**
- 14-2 Humedad específica y relativa del aire 729**
- 14-3 Temperatura de punto de rocío 731**
- 14-4 Temperaturas de saturación adiabática y de bulbo húmedo 733**
- 14-5 La carta psicrométrica 736**
- 14-6 Comodidad humana y acondicionamiento de aire 737**
- 14-7 Procesos de acondicionamiento de aire 739**
Calentamiento y enfriamiento simples ($\omega = \text{constante}$) 740
Calentamiento con humidificación 741
Enfriamiento con deshumidificación 742
Enfriamiento evaporativo 744
Mezclado adiabático de flujos de aire 745
Torres de enfriamiento húmedo 747
Resumen 749
Referencias y lecturas recomendadas 751
Problemas 751

CAPÍTULO 15

Reacciones químicas 761

- 15-1 Combustibles y combustión 762**
- 15-2 Procesos de combustión teórica y real 766**
- 15-3 Entalpía de formación y entalpía de combustión 772**
- 15-4 Análisis de sistemas reactivos con base en la primera ley 775**
Sistemas de flujo estacionario 776
Sistemas cerrados 777
- 15-5 Temperatura de flama adiabática 780**

- 15-6 Cambio de entropía de sistemas reactivos 783**
- 15-7 Análisis de sistemas reactivos con base en la segunda ley 785**
Tema de interés especial:
Celdas de combustible 790
 Resumen 792
 Referencias y lecturas recomendadas 793
 Problemas 793

CAPÍTULO 16

Equilibrio químico y de fase 805

- 16-1 Criterio para el equilibrio químico 806**
- 16-2 La constante de equilibrio para mezclas de gases ideales 808**
- 16-3 Algunas observaciones respecto a la K_p de las mezclas de gases ideales 812**
- 16-4 Equilibrio químico para reacciones simultáneas 816**
- 16-5 Variación de K_p con la temperatura 818**
- 16-6 Equilibrio de fase 820**
 Equilibrio de fase para un sistema de un solo componente 820
 La regla de fases 821
 Equilibrio de fases para un sistema multicomponente 822
 Resumen 827
 Referencias y lecturas recomendadas 828
 Problemas 829

CAPÍTULO 17

Flujo compresible 837

- 17-1 Propiedades de estancamiento 838**
- 17-2 Velocidad del sonido y número de Mach 841**
- 17-3 Flujo isentrópico unidimensional 843**
 Variación de la velocidad del fluido con el área de flujo 846
 Relaciones de propiedades para el flujo isentrópico de gases ideales 848
- 17-4 Flujo isentrópico a través de toberas aceleradoras 850**
 Toberas convergentes 850
 Toberas convergentes-divergentes 855

17-5 Ondas de choque y ondas de expansión 859

- Choques normales 859
 Choques oblicuos 866
 Ondas expansivas de Prandtl-Meyer 870

17-6 Flujo en un ducto con transferencia de calor, de fricción insignificante (flujo de Rayleigh) 874

- Relaciones de propiedades para flujos de Rayleigh 880
 Flujo de Rayleigh ahogado 881

17-7 Toberas de vapor de agua 883

- Resumen 886
 Referencias y lecturas recomendadas 887
 Problemas 888

CAPÍTULO 18 (CAPÍTULO EN WEB) disponible en www.mhhe.com/cengel/termo8e

Energía renovable

18-1 Introducción

18-2 Energía solar

- Radiación solar
 Captador solar de placa plana
 Captador solar concentrador
 Captador de energía solar concentrador lineal
 Centrales solares de torre
 Estanque solar
 Celdas fotovoltaicas
 Aplicaciones solares pasivas
 Ganancia de calor solar a través de las ventanas

18-3 Energía eólica

- Tipos de turbinas eólicas y curva de rendimiento energético
 Potencial de energía eólica
 Densidad de energía eólica
 Eficiencia de turbina eólica
 Límite de Betz para la eficiencia de turbina eólica

18-4 Energía hidráulica

- Análisis de una planta de energía hidroeléctrica
 Tipos de turbinas

18-5 Energía geotérmica

- Producción de energía geotérmica

18-6 Energía de biomasa

- Recursos de biomasa
 Conversión de la biomasa en biocombustible
 Productos de biomasa
 Producción de electricidad y calor por medio de biomasa
 Deshechos sólidos municipales
 Resumen
 Referencias y lecturas sugeridas
 Problemas

APÉNDICE I

Tablas de propiedades, figuras y diagramas (unidades SI) 897

Tabla A-1	Masa molar, constante de gas y propiedades del punto crítico 898
Tabla A-2	Calores específicos de gas ideal de varios gases comunes 899
Tabla A-3	Propiedades de líquidos, sólidos y alimentos comunes 902
Tabla A-4	Agua saturada. Tabla de temperaturas 904
Tabla A-5	Agua saturada. Tabla de presiones 906
Tabla A-6	Vapor de agua sobrecalentado 908
Tabla A-7	Agua líquida comprimida 912
Tabla A-8	Hielo saturado. Vapor de agua 913
Figura A-9	Diagrama T - s para el agua 914
Figura A-10	Diagrama de Mollier para el agua 915
Tabla A-11	Refrigerante 134a saturado. Tabla de temperatura 916
Tabla A-12	Refrigerante 134a saturado. Tabla de presión 918
Tabla A-13	Refrigerante 134a sobrecalentado 919
Figura A-14	Diagrama P - h para el refrigerante 134a 921
Figura A-15	Carta generalizada de compresibilidad de Nelson-Obert 922
Tabla A-16	Propiedades de la atmósfera a gran altitud 923
Tabla A-17	Propiedades de gas ideal del aire 924
Tabla A-18	Propiedades de gas ideal del nitrógeno, N_2 926
Tabla A-19	Propiedades de gas ideal del oxígeno, O_2 928
Tabla A-20	Propiedades de gas ideal del dióxido de carbono, CO_2 930
Tabla A-21	Propiedades de gas ideal del monóxido de carbono, CO 932
Tabla A-22	Propiedades de gas ideal del hidrógeno, H_2 934

Tabla A-23	Propiedades de gas ideal del vapor de agua, H_2O 935
Tabla A-24	Propiedades de gas ideal del oxígeno monoatómico, O 937
Tabla A-25	Propiedades de gas ideal del hidroxilo, OH 937
Tabla A-26	Entalpía de formación, función de Gibbs de formación y entropía absoluta a $25^\circ C$, 1 atm 938
Tabla A-27	Propiedades de algunos combustibles e hidrocarburos comunes 939
Tabla A-28	Logaritmos naturales de la constante de equilibrio K_p 940
Figura A-29	Carta generalizada de desviación de entalpía 941
Figura A-30	Carta generalizada de desviación de entropía 942
Figura A-31	Carta psicrométrica a 1 atm de presión total 943
Tabla A-32	Funciones de flujo compresible unidimensional e isentrópico de un gas ideal con $k = 1.4$ 944
Tabla A-33	Funciones de choque normal unidimensional de un gas ideal con $k = 1.4$ 945
Tabla A-34	Funciones del flujo de Rayleigh para un gas ideal con $k = 1.4$ 946

APÉNDICE 2

Tablas de propiedades, figuras y diagramas (unidades inglesas) 947

Tabla A-1E	Masa molar, constante de gas y propiedades del punto crítico 948
Tabla A-2E	Calores específicos de gas ideal de varios gases comunes 949
Tabla A-3E	Propiedades de líquidos, sólidos y alimentos comunes 952
Tabla A-4E	Agua saturada. Tabla de temperaturas 954
Tabla A-5E	Agua saturada. Tabla de presiones 956

Tabla A-6E	Vapor de agua sobrecalentado	958
Tabla A-7E	Agua líquida comprimida	962
Tabla A-8E	Hielo saturado. Vapor de agua	963
Figura A-9E	Diagrama T - s para el agua	964
Figura A-10E	Diagrama de Mollier para el agua	965
Tabla A-11E	Refrigerante 134a saturado. Tabla de temperatura	966
Tabla A-12E	Refrigerante 134a saturado. Tabla de presión	967
Tabla A-13E	Refrigerante 134a sobrecalentado	968
Figura A-14E	Diagrama P - h para el refrigerante 134a	970
Tabla A-16E	Propiedades de la atmósfera a gran altitud	971
Tabla A-17E	Propiedades de gas ideal del aire	972
Tabla A-18E	Propiedades de gas ideal del nitrógeno, N_2	974
Tabla A-19E	Propiedades de gas ideal del oxígeno, O_2	976
Tabla A-20E	Propiedades de gas ideal del dióxido de carbono, CO_2	978
Tabla A-21E	Propiedades de gas ideal del monóxido de carbono, CO	980
Tabla A-22E	Propiedades de gas ideal del hidrógeno, H_2	982
Tabla A-23E	Propiedades de gas ideal del vapor de agua, H_2O	983
Tabla A-26E	Entalpía de formación, función de Gibbs de formación y entropía absoluta a $77^\circ C$, 1 atm	985
Tabla A-27E	Propiedades de algunos combustibles e hidrocarburos comunes	986
Figura A-31E	Gráfica psicrométrica a 1 atm de presión total	987
Índice analítico		989

Flexible robot manipulators

Contents

Preface	xv
List of contributors	xvii
List of abbreviations	xxi
List of notations	xxv
1 Flexible manipulators – an overview	1
<i>M.O. Tokhi, A.K.M. Azad, H.R. Pota and K. Senda</i>	
1.1 Introduction	1
1.2 Modelling and simulation techniques	2
1.3 Control techniques	4
1.3.1 Passive control	4
1.3.2 Open-loop control	5
1.3.3 Closed-loop control	5
1.3.4 Artificial intelligence control	9
1.4 Flexible manipulator systems	11
1.4.1 Typical FMSs	12
1.4.2 Flexible manipulators for industrial applications	13
1.4.3 Multi-link flexible manipulators	14
1.4.4 Two-link flexible manipulators	14
1.4.5 Single-link flexible manipulators	17
1.5 Applications	19
1.6 Summary	20
2 Modelling of a single-link flexible manipulator system: Theoretical and practical investigations	23
<i>A.K.M. Azad and M.O. Tokhi</i>	
2.1 Introduction	23
2.2 Dynamic equations of the system	25
2.2.1 The flexible manipulator system	25
2.2.2 Energies associated with the system	26
2.2.3 The dynamic equations of motion	27

2.3	Mode shapes	29
2.4	State-space model	30
2.5	Transfer function model	32
2.6	Experimentation	33
2.6.1	Natural frequencies	35
2.6.2	Damping ratios	39
2.6.3	Modal gain	43
2.7	Model validation	44
2.8	Summary	45
3	Classical mechanics approach of modelling multi-link flexible manipulators	47
	<i>J. Sá da Costa, J.M. Martins and M.A. Botto</i>	
3.1	Introduction	47
3.2	Kinematics: the reference frames	48
3.2.1	Deformation assumptions	49
3.2.2	Kinematics of a flexible link	51
3.3	The strain-displacement relations	52
3.3.1	Parameterisation of the rotation matrix	55
3.3.2	Parameterisation of the neutral axis tangent vector	55
3.3.3	Displacement of the neutral axis	56
3.4	The dynamic model of a single flexible link	57
3.4.1	The inertial force term	57
3.4.2	The elastic force term	60
3.4.3	The gravitational force term	61
3.4.4	The external force term	61
3.4.5	Rayleigh-Ritz discretisation	62
3.5	The dynamic model of a multi-link manipulator	65
3.5.1	Joint kinematics	66
3.5.2	Dynamics of a rigid body	69
3.5.3	Dynamics of a rigid-flexible-rigid body	70
3.5.4	Dynamics of a serial multi-RFR body system	72
3.6	Summary	75
4	Parametric and non-parametric modelling of flexible manipulators	77
	<i>M.H. Shaheed and M.O. Tokhi</i>	
4.1	Introduction	77
4.2	Parametric identification techniques	79
4.2.1	LMS algorithm	79
4.2.2	RLS algorithm	79
4.2.3	Genetic algorithms	80
4.3	Non-parametric identification techniques	81
4.3.1	Multi-layered perceptron neural networks	82
4.3.2	Radial basis function neural networks	83

4.4	Model validation	85
4.5	Data pre-processing	87
4.6	Experimentation and results	87
4.6.1	Parametric modelling	87
4.6.2	Non-parametric modelling	90
4.6.2.1	Modelling with MLP NN	91
4.6.2.2	Modelling with RBF NN	94
4.7	Comparative assessment	95
4.8	Summary	96
5	Finite difference and finite element simulation of flexible manipulators	99
	<i>A.K.M. Azad, M.O. Tokhi, Z. Mohamed, S. Mahil and H. Poerwanto</i>	
5.1	Introduction	99
5.2	The flexible manipulator system	100
5.3	The FD method	103
5.3.1	Development of the simulation algorithm	104
5.3.2	The hub displacement	105
5.3.3	The end-point displacement	105
5.3.4	Matrix formulation	106
5.3.5	State-space formulation	107
5.4	The FE/Lagrangian method	108
5.4.1	Elemental matrices	108
5.4.1.1	Scalar energy functions	109
5.4.2	A single-link flexible manipulator	110
5.4.3	A two-link flexible manipulator	111
5.4.3.1	Boundary conditions, payload and damping	112
5.5	Validation of the FD and FE/Lagrangian methods	113
5.5.1	The experimental manipulator system	113
5.5.2	Simulation and experiments	113
5.6	Summary	117
6	Dynamic characterisation of flexible manipulators using symbolic manipulation	119
	<i>Z. Mohamed, M.O. Tokhi and H.R. Pota</i>	
6.1	Introduction	119
6.2	FE approach to symbolic modelling	120
6.2.1	The flexible manipulator	121
6.2.2	Dynamic equation of motion	121
6.2.3	Transfer functions	124
6.2.4	Analysis	124
6.2.4.1	System without payload and hub inertia	125
6.2.4.2	System with payload	126
6.2.5	Validation and performance analysis	131

6.3	Infinite-dimensional transfer functions using symbolic methods	134
6.3.1	Piezoelectric laminate electromechanical relationships	134
6.3.2	Dynamic modelling	136
6.3.3	Transfer functions	139
6.3.4	Rational Laplace domain transfer functions	141
6.3.5	Experimental system	142
6.3.6	Experimental results	145
6.4	Summary	146
7	Flexible space manipulators: Modelling, simulation, ground validation and space operation	147
	<i>C. Lange, J.-C. Piedboeuf, M. Gu and J. Kövecses</i>	
7.1	Introduction	147
7.2	Symofros	149
7.2.1	Overview	150
7.2.2	Software architecture	151
7.2.3	Flexible beam modelling: a combined FE and assumed-modes approach	152
7.3	Experimental validation	158
7.3.1	Experimental model validation using a single flexible link	158
7.3.1.1	Experimental set-up	158
7.3.1.2	Simulation results	159
7.3.2	Flexible manipulator end-point detection and validation	161
7.3.2.1	Flexible manipulator kinematics	162
7.3.2.2	Statics	165
7.3.2.3	End-point detection using strain gauges	168
7.4	SPDM task verification facility	178
7.4.1	Background	178
7.4.2	SPDM task verification facility concept	178
7.4.3	SPDM task verification facility test-bed	180
7.4.3.1	The SPDM task verification facility test-bed simulator	180
7.4.3.2	The SPDM task verification facility test-bed robot and robot controller	181
7.4.3.3	Computer architecture	183
7.4.3.4	ORUs and worksite	184
7.4.4	Experimental contact parameter estimation using STVF	184
7.4.4.1	Description of the simulation environment	185
7.4.4.2	Experiments, simulations and results	187

7.5	On-orbit MSS training simulator	199
7.5.1	On-orbit training and simulation	201
7.5.2	Hardware architecture	201
7.5.3	Software architecture	201
7.5.4	Simulation validation	202
7.5.5	Symofros simulator engine	203
7.5.6	Analysis module	203
7.5.7	Ground and on-orbit results	203
7.6	Summary	206
7.7	Acknowledgements	206
8	Open-loop control of flexible manipulators using command-generation techniques	207
	<i>A.K.M. Azad, M.H. Shaheed, Z. Mohamed, M.O. Tokhi and H. Poerwanto</i>	
8.1	Introduction	207
8.2	Identification of natural frequencies	208
8.2.1	Analytical approach	209
8.2.2	Experimental approach	209
8.2.3	Genetic modelling	211
8.2.4	Neural modelling	211
8.2.5	Natural frequencies from the genetic and neural modelling	212
8.3	Gaussian shaped torque input	214
8.4	Shaped torque input	216
8.5	Filtered torque input	218
8.6	Experimentation and results	220
8.6.1	Unshaped bang-bang torque input	221
8.6.2	Shaped torque input	222
8.6.3	Gaussian shaped input	224
8.6.4	Filtered input torque	225
8.6.5	System with payload	228
8.7	Comparative performance assessment	230
8.8	Summary	233
9	Control of flexible manipulators with input shaping techniques	235
	<i>W.E. Singhose and W.P. Seering</i>	
9.1	Introduction	235
9.2	Command generation	238
9.2.1	Gantry crane example	238
9.2.2	Generating zero vibration commands	241
9.2.3	Using ZV impulse sequences to generate ZV commands	244
9.2.4	Robustness to modelling errors	245

9.2.5	Multi-mode input shaping	248
9.2.6	Real-time implementation	249
9.2.7	Trajectory following	250
9.2.8	Applications	250
9.3	Feedforward control action	252
9.3.1	Feedforward control of a simple system with time delay	252
9.3.2	Zero phase error tracking control	255
9.4	ZPETC as command shaping	256
9.5	Summary	257
10	Enhanced PID-type classical control of flexible manipulators	259
	<i>S.P. Goh and M.D. Brown</i>	
10.1	Introduction	259
10.2	Single-input single-output PI-PD	262
10.2.1	Basic algorithm	262
10.2.2	Discrete-time algorithm	262
10.3	Multi-input multi-output PI-PD	265
10.3.1	Basic notations	265
10.3.2	Decoupling algorithm	266
10.3.2.1	Strategy A	267
10.3.2.2	Strategy B	268
10.3.2.3	Strategy C	270
10.4	Experimental set-up	272
10.5	Simulation and experimental results	274
10.6	Summary	277
11	Force and position control of flexible manipulators	279
	<i>B. Siciliano and L. Villani</i>	
11.1	Introduction	279
11.2	Modelling	282
11.3	Indirect force and position regulation	286
11.3.1	First stage	286
11.3.2	Second stage	288
11.3.3	Simulation	288
11.4	Direct force and position control	292
11.4.1	Composite control strategy	292
11.4.2	Force and position regulation	294
11.4.3	Force regulation and position tracking	296
11.4.4	Simulation	297
11.5	Summary	299

12 Collocated and non-collocated control of flexible manipulators 301

M.O. Tokhi, A.K.M. Azad, M.H. Shaheed and H. Poerwanto

12.1	Introduction	301
12.2	JBC control	303
12.2.1	Simulation results	304
12.2.2	Experimental results	304
12.3	Collocated and non-collocated feedback control involving PD and PID	305
12.3.1	Simulation results	306
12.4	Adaptive JBC control	309
12.4.1	Simulation results	311
12.4.2	Experimental results	312
12.5	Adaptive collocated and non-collocated control	313
12.5.1	Simulation results	315
12.5.2	Experimental results	315
12.6	Collocated and non-collocated feedback control with PD and neuro-inverse model	319
12.6.1	Simulation results	321
12.7	Summary	321

13 Decoupling control of flexible manipulators 325

G. Fernández, J.C. Grieco and M. Armada

13.1	Introduction	325
13.2	Multivariable control basics	326
13.3	Modelling a flexible link	328
13.3.1	Rigid-flexible robot case	328
13.3.2	Modelling the 2D flexible robot	329
13.4	Pre-compensator design	332
13.4.1	Rigid-flexible robot case	332
13.4.1.1	Column dominance for the rigid-flexible robot	334
13.4.1.2	Column dominance for rigid-flexible robot workspace	335
13.4.2	2D flexible robot case	335
13.4.2.1	Design of the decoupling filter for the 2D flexible robot	335
13.5	Jacobian control of a 1D flexible manipulator	338
13.5.1	Jacobian control	339
13.5.2	Control results	341
13.6	Summary	342

14	Modelling and control of space manipulators with flexible links	345
	<i>K. Senda</i>	
14.1	Introduction	345
14.2	Model of flexible manipulators	348
14.3	VRM concept	350
14.3.1	Definition of VRM	350
14.3.2	Kinematic relations of RFM and VRM	351
14.4	PD-control	355
14.4.1	PD-control for joint variables	355
14.4.2	Stability of linearised system	356
14.4.3	Stability of original non-linear system	357
14.5	Control using VRM concept	357
14.5.1	Control methods using the VRM concept	357
14.5.2	Asymptotic stability of positioning control	358
14.5.3	Stability of continuous path control	359
14.6	Control examples	361
14.6.1	Positioning control	361
14.6.2	Path control: hardware experiment	362
14.6.3	Composite control	363
14.7	Summary	364
14.8	Acknowledgement	365
15	Soft computing approaches for control of a flexible manipulator	367
	<i>S.K. Sharma, M.N.H. Siddique, M.O. Tokhi and G.W. Irwin</i>	
15.1	Introduction	367
15.2	The flexible manipulator system	369
15.3	Modular NN controller	370
15.3.1	Genetic representation of MNN architecture	371
15.3.1.1	Genetic encoding of NNs	371
15.3.1.2	Genetic learning for NN	372
15.3.2	Implementation and simulation results	374
15.3.2.1	End-point position tracking	374
15.3.2.2	Performance of MNN controller	375
15.4	FL control of a flexible-link manipulator	377
15.4.1	PD-type fuzzy logic control	377
15.4.2	PI-type fuzzy logic control	379
15.4.2.1	Integral wind-up action	381
15.4.3	PID-type fuzzy logic controller	382
15.4.3.1	PD-PI-type fuzzy controller	383
15.4.3.2	Experimental results	384
15.4.4	GA optimisation of fuzzy controller	387
15.4.4.1	Genetic representation for membership functions	387
15.4.4.2	Experimental results	390
15.5	Summary	393

16 Modelling and control of smart material flexible manipulators	395
<i>Z.P. Wang, S.S. Ge and T.H. Lee</i>	
16.1 Introduction	395
16.2 Dynamic modelling of a single-link smart material robot	398
16.2.1 AMM modelling	402
16.2.2 FE modelling	404
16.2.2.1 FE analysis	404
16.2.2.2 Dynamic equations	407
16.3 Model-free regulation of smart material robots	409
16.3.1 System description	409
16.3.2 Model-free controller design	410
16.3.2.1 Decentralised model-free control	410
16.3.2.2 Centralised model-free controller	411
16.4 Tracking control of smart material robots	422
16.4.1 Singular perturbed smart material robots	422
16.4.2 Adaptive composite controller design	425
16.4.2.1 Adaptive control of the slow subsystem	426
16.4.2.2 Stabilisation of fast subsystem	427
16.5 Summary	431
17 Modelling and control of rigid-flexible manipulators	433
<i>A.S. Yigit</i>	
17.1 Introduction	433
17.2 Dynamic modelling	434
17.2.1 Discrete equations of motion	437
17.2.2 Convergence of the solution	439
17.3 Coupling between rigid and flexible motion	439
17.4 Impact response	441
17.5 Control of rigid-flexible manipulators	444
17.5.1 Stability of independent joint control for a two-link rigid-flexible manipulator	446
17.5.2 Closed-loop simulations	447
17.6 Summary	450
18 Analysis and design environment for flexible manipulators	453
<i>O. Ravn and N.K. Poulsen</i>	
18.1 Introduction	453
18.2 Computer aided control engineering design paradigm	455
18.3 Mechatronic Simulink library	458
18.4 Design models	460
18.4.1 Dynamics of actuators	461
18.4.2 Modal models	464
18.4.3 FE model	470
18.5 Control design	472

18.6	CACE environment	473
18.7	Summary	476
19	SCEFMAS – An environment for simulation and control of flexible manipulator systems	477
	<i>M.O. Tokhi, A.K.M. Azad, M.H. Shaheed and H. Poerwanto</i>	
19.1	Introduction	477
19.2	The flexible manipulator system	478
19.3	Structure of SCEFMAS	479
19.3.1	FD simulation and control	481
19.3.1.1	FD simulation algorithm	482
19.3.1.2	Controller designs	482
19.3.2	Intelligent modelling and model validation	483
19.3.2.1	NN modelling	484
19.3.2.2	GA modelling	484
19.3.3	Graphical user interfaces	485
19.3.3.1	SCEFMAS_V2 GUI	486
19.3.3.2	Results GUI	486
19.3.3.3	NN modelling and validation GUIs	486
19.3.3.4	GA modelling and validation GUI	487
19.4	Case studies	487
19.4.1	Open-loop FD simulation	487
19.4.2	Adaptive inverse dynamic active control	492
19.4.3	NN modelling and validation	493
19.4.4	GA modelling and validation	495
19.5	Summary	498
	References	501
	Index	543

Stochastic Models in Reliability

Contents

1	Introduction	1
1.1	Lifetime Models	1
1.1.1	Complex Systems	2
1.1.2	Damage Models	3
1.1.3	Different Information Levels	4
1.1.4	Simpson's Paradox	4
1.1.5	Predictable Lifetime	5
1.1.6	A General Failure Model	6
1.2	Maintenance	7
1.2.1	Availability Analysis	8
1.2.2	Optimization Models	9
1.3	Reliability Modeling	9
1.3.1	Nuclear Power Station	11
1.3.2	Gas Compression System	13
2	Basic Reliability Theory	17
2.1	Complex Systems	17
2.1.1	Binary Monotone Systems	17
2.1.2	Multistate Monotone Systems	31
2.2	Basic Notions of Aging	34
2.2.1	Nonparametric Classes of Lifetime Distributions	35
2.2.2	Closure Theorems	38
2.2.3	Stochastic Comparison	40
2.3	Copula Models of Complex Systems in Reliability	42
2.3.1	Introduction to Copula Models	42
2.3.2	The Influence of the Copula on the Lifetime Distribution of the System	45
2.3.3	Archimedean Copulas	49
2.3.4	The Expectation of the Lifetime of a Two-Component- System with Exponential Marginals	50
2.3.5	Marshall–Olkin Distribution	52

3	Stochastic Failure Models	57
3.1	Notation and Fundamentals	57
3.1.1	The Semimartingale Representation	59
3.1.2	Transformations of SSMS	68
3.2	A General Lifetime Model	70
3.2.1	Existence of Failure Rate Processes	72
3.2.2	Failure Rate Processes in Complex Systems	73
3.2.3	Monotone Failure Rate Processes	77
3.2.4	Change of Information Level	78
3.3	Point Processes in Reliability:	
	Failure Time and Repair Models	81
3.3.1	Alternating Renewal Processes: One-Component Systems with Repair	84
3.3.2	Number of System Failures for Monotone Systems	85
3.3.3	Compound Point Process: Shock Models	86
3.3.4	Shock Models with State-Dependent Failure Probability	88
3.3.5	Shock Models with Failures of Threshold Type	89
3.3.6	Minimal Repair Models	90
3.3.7	Comparison of Repair Processes for Different Information Levels	95
3.3.8	Repair Processes with Varying Degrees of Repair	97
3.3.9	Minimal Repairs and Probability of Ruin	98
4	Availability Analysis of Complex Systems	105
4.1	Performance Measures	105
4.2	One-Component Systems	106
4.2.1	Point Availability	108
4.2.2	The Distribution of the Number of System Failures	109
4.2.3	The Distribution of the Downtime in a Time Interval	116
4.2.4	Steady-State Distribution	119
4.3	Point Availability and Mean Number of System Failures	120
4.3.1	Point Availability	120
4.3.2	Mean Number of System Failures	121
4.4	Distribution of the Number of System Failures	125
4.4.1	Asymptotic Analysis for the Time to the First System Failure	126
4.4.2	Some Sufficient Conditions	131
4.4.3	Asymptotic Analysis of the Number of System Failures	135
4.5	Downtime Distribution Given System Failure	145
4.5.1	Parallel System	146
4.5.2	General Monotone System	148
4.5.3	Downtime Distribution of the i th System Failure	149

4.6	Distribution of the System Downtime in an Interval.....	151
4.6.1	Compound Poisson Process Approximation	152
4.6.2	Asymptotic Analysis	153
4.7	Generalizations and Related Models	158
4.7.1	Multistate Monotone Systems	158
4.7.2	Parallel System with Repair Constraints.....	165
4.7.3	Standby Systems	166
5	Maintenance Optimization.....	175
5.1	Basic Replacement Models.....	175
5.1.1	Age Replacement Policy.....	175
5.1.2	Block Replacement Policy	177
5.1.3	Comparisons and Generalizations.....	178
5.2	A General Replacement Model	180
5.2.1	An Optimal Stopping Problem	180
5.2.2	A Related Stopping Problem.....	183
5.2.3	Different Information Levels	189
5.3	Applications	190
5.3.1	The Generalized Age Replacement Model.....	190
5.3.2	A Shock Model of Threshold Type.....	193
5.3.3	Information-Based Replacement of Complex Systems	194
5.3.4	A Parallel System with Two Dependent Components	197
5.3.5	Complete Information About T_1, T_2 and T	198
5.3.6	A Burn-In Model	202
5.4	Repair Replacement Models	207
5.4.1	Optimal Replacement Under a General Repair Strategy.....	207
5.4.2	A Markov-Modulated Repair Process: Optimization with Partial Information	208
5.4.3	The Case of $m=2$ States	214
5.5	Maintenance Optimization Models Under Constraints	215
5.5.1	A Delay Time Model with Safety Constraints	215
5.5.2	Optimal Test Interval for a Monotone Safety System ...	229
A	Background in Probability and Stochastic Processes	245
A.1	Basic Definitions	245
A.2	Random Variables, Conditional Expectations	246
A.2.1	Random Variables and Expectations	246
A.2.2	L^p -Spaces and Conditioning	248
A.2.3	Properties of Conditional Expectations	251
A.2.4	Regular Conditional Probabilities	252
A.2.5	Computation of Conditional Expectations	253
A.3	Stochastic Processes on a Filtered Probability Space	254

A.4	Stopping Times	257
A.5	Martingale Theory.....	259
A.6	Semimartingales.....	266
A.6.1	Change of Time	267
A.6.2	Product Rule	268
B	Renewal Processes	273
B.1	Basic Theory of Renewal Processes	273
B.2	Renewal Reward Processes	280
B.3	Regenerative Processes	281
B.4	Modified (Delayed) Processes	281
	References	283
	Index	293

Researching student learning in higher education

Contents

<i>List of illustrations</i>	ix
<i>Series editors' introduction</i>	x
<i>Acknowledgements</i>	xi
 Introduction	 1
 PART I	
Setting the scene	15
1 Contemporary challenges in higher education	17
2 Researching student learning: accounting for structure and agency	28
 PART II	
Building a theoretical framework	35
3 Critical realism as philosophical foundation	37
4 Realist social theory: Archer's morphogenetic approach	43
5 A social realist perspective on knowledge and curriculum	50
6 Conceptualising student agency	57

PART III**Developing a case study in engineering education 65**

- 7 Geographical context for the study: locating UCT chemical engineering 67
- 8 Disciplinary context for the study: locating engineering education 73
- 9 Choosing engineering 84
- 10 Studying engineering: defining your project 91
- 11 Studying engineering: engaging with others 100
- 12 Studying engineering: the knowledge project 112
- 13 Conclusions for the case study 125

PART IV**Drawing the strands together 137**

- 14 A social realist approach to research on student learning 139
- Bibliography* 147
- Index* 154

Control engineering solution

Contents

	<i>Page</i>
Preface	xiii
Introduction	xv
Contributors	xxi
1 Process model identification <i>J. Picó, P. Albertos and M. Martinez</i>	1
1.1 Introduction	1
1.2 Control problems	1
1.3 Technical approaches	4
1.4 Discussion and laboratory experience	6
1.4.1 Laboratory set-up	7
1.4.2 Sampling period selection	7
1.4.3 Data conditioning	8
1.4.4 Model structure selection	10
1.4.5 Signal excitability	14
1.4.6 Parameter tracking and forgetting factors	15
1.4.7 Closed loop identification	18
1.5 Conclusions	19
1.6 References	20
1.7 Appendix: Process physico-chemical behaviour laws	21
2 Analogue controller design <i>W. Badelt and R. Strietzel</i>	23
2.1 Introduction	23
2.2 Motivation	23
2.3 Technical approaches	24
2.3.1 Design of single loop control	24
2.3.2 Multi-loop control	25
2.3.3 Two-variable control	25
2.3.4 Two- and three-level control	29
2.4 Laboratory set-up (simulation tools)	31
2.5 Suggested experiments and problems	34

2.6	Illustrative results	38
2.6.1	Single-loop and multi-loop control	38
2.6.2	Two-variable control	38
2.6.3	Non-linear control	41
2.7	Conclusions	41
2.8	References	42
3	Classic controller design <i>P. Bikfalvi and I. Szabó</i>	43
3.1	Introduction	43
3.2	Control problem (motivation)	43
3.3	Technical approaches to classic regulator design	47
3.3.1	Graphical analytical methods	48
3.3.2	Analytical methods	48
3.3.3	Controller design based on rule-of-thumb methods	50
3.4	Laboratory set-up	51
3.5	Controller simulation software	51
3.5.1	Sampling time setting	53
3.5.2	Filtering	53
3.5.3	Demonstration process model operation	53
3.5.4	Set-up menu	53
3.5.5	Alarms setting	54
3.5.6	Graphical menu	54
3.5.7	Controller algorithm set-up	54
3.5.8	Exiting the program	57
3.6	Suggested experiments	57
3.6.1	PID control experiment	57
3.6.2	Lead-lag control experiment	57
3.6.3	Predictive control experiment	57
3.6.4	Digital cascade controller experiment	58
3.7	Illustrative results	58
3.8	Conclusions and extensions	59
3.9	References	59
4	Integral wind-up in control and system simulation <i>B. Šulc</i>	61
4.1	Introduction	61
4.2	Motivation and control problem statement	62
4.3	Technical aspect of integral wind-up	63
4.3.1	Reset wind-up occurrence in PI controllers of different construction	63
4.3.2	Anti-wind-up measures	65
4.3.3	Bumpless transfer	66
4.3.4	Incremental PID algorithm for practical applications	66
4.4	Discussion of anti-wind-up approaches	68

4.5	Laboratory set-up and simulation model for wind-up investigation	68
4.5.1	Integration stopping in simulation models	69
4.5.2	Laboratory set-up description	71
4.6	Suggested experiments	71
4.7	Illustrative results	72
4.7.1	Results from set-up measurements	72
4.7.2	Results from simulation	73
4.8	Conclusions	75
4.9	References	75
4.10	Other reading	76
5	Control of unstable systems <i>D. Juricic and J. Kocijan</i>	77
5.1	Introduction	77
5.2	Motivation (control problem)	77
5.2.1	Design limitations	78
5.2.2	Performance limitations	79
5.2.3	Control problem	79
5.3	Technical approaches to the control of unstable processes	82
5.3.1	State controller	83
5.3.2	State controller with observer	83
5.3.3	PID controller	84
5.3.4	Model-free design of controllers — a genetic algorithm approach	84
5.4	Discussion	84
5.4.1	Linear quadratic regulator	85
5.4.2	Linear quadratic regulator with observer	85
5.4.3	PID controller	85
5.4.4	Model-free design using a genetic algorithm approach	85
5.5	Laboratory set-up	86
5.6	Suggested experiments	87
5.7	Illustrative results	87
5.7.1	Linear quadratic regulator	87
5.7.2	Linear quadratic regulator with observer (LQG design)	88
5.7.3	Model-based PID	88
5.7.4	The optimised PID using a GA approach	88
5.8	Conclusions	91
5.9	Acknowledgment	93
5.10	References	93
6	Control of temperature and heat flow rate: the problem of delays <i>P. Zitek</i>	97
6.1	Introduction	97

6.2	Control problem statement	97
6.2.1	Basic approaches to controlling processes with delay	99
6.2.2	Control problem example	99
6.3	Process model analysis	100
6.4	Control system design	102
6.4.1	Technical approach and discussion	102
6.4.2	Single feedback loop with a PID controller	103
6.4.3	State feedback control arrangement	103
6.5	Controller parameter assignment	104
6.5.1	PID controller setting assignment	105
6.5.2	State feedback setting assignment	108
6.6	Suggested experiments	109
6.7	Conclusions	110
6.8	References	110
6.9	Further reading	111
7	Inverted pendulum control <i>P.M. Frank and N. Kiupel</i>	113
7.1	Introduction	113
7.2	Theoretical foundations	113
7.3	The 'inverted pendulum' system	115
7.3.1	Mathematical model of the inverted pendulum	116
7.3.2	Description of the linearised system in the state space	117
7.3.3	Normalisation of the state equations	119
7.3.4	Control and disturbance signal observation in the 'inverted pendulum'	120
7.4	Suggested experiments	123
7.5	Illustrative results	124
7.6	Conclusions	128
7.7	References	128
8	Disturbance rejection <i>P. Albertos and J. Salt</i>	129
8.1	Introduction	129
8.2	Control problem	129
8.3	Technical background	131
8.3.1	Disturbance filtering	133
8.3.2	Disturbance estimation	134
8.4	Laboratory set-up	136
8.4.1	Model	136
8.5	Suggested experiments	137
8.5.1	Basic controller	137
8.5.2	Feedback filter	139
8.5.3	Disturbance estimator	141
8.6	Illustrative experimental results	144

8.7	Conclusions	144
8.8	References	146
9	Multivariable process control <i>N. Mort</i>	147
9.1	Introduction to multivariable systems	147
9.2	Process modelling	148
9.2.1	Laboratory process: motor-alternator set	148
9.2.2	Model identification tests	149
9.3	Multivariable controller design	151
9.3.1	Non-interacting control	151
9.3.2	The characteristic locus method	153
9.4	Additional experimental work	158
9.4.1	Implementation of a digital compensator for the motor-alternator	158
9.4.2	An alternative multivariable process	159
9.5	Summary	160
9.6	References	161
10	Predictive control vs. PID control of thermal treatment processes <i>M. Voicu, C. Lazăr, F. Schönberger, O. Păstravanu and S. Ifrim</i>	163
10.1	Introduction	163
10.2	Control problem	163
10.3	Technical approaches to control the thermal treatment processes	164
10.3.1	PID algorithm	164
10.3.2	Predictive algorithm	165
10.4	Discussion	167
10.5	Laboratory set-up	167
10.6	Suggested experiments	168
10.6.1	Parameter identification for the plant	169
10.6.2	PID control	169
10.6.3	Predictive control	169
10.6.4	Simulation phase and control algorithm implementation	169
10.7	Illustrative examples	170
10.8	Conclusions	174
10.9	References	174
11	State-space adaptive control for nonlinear systems <i>K. Janiszowski and M. Olszewski</i>	175
11.1	Introduction	175
11.2	Models of piston movement in a pneumatic cylinder	176
11.3	Adaptive control system for a pneumatic cylinder	179
11.3.1	State reconstruction	180
11.3.2	State space control algorithm	181

11.3.3	Model parameter estimation	182
11.3.4	Compensation of valve nonlinearity	183
11.4	Fuzzy control system for a pneumatic cylinder	184
11.5	Laboratory equipment	184
11.6	Experimental scope	185
11.6.1	Determination of state characteristics of the valve-cylinder system	186
11.6.2	PID control	186
11.6.3	On-line system identification	186
11.6.4	State space control	187
11.6.5	Adaptive state-space control	187
11.6.6	Compensation for nonlinearity	188
11.7	Conclusions	189
11.8	Acknowledgments	190
11.9	References	190
12	Distributed process control <i>B. Rohál-Ilkiv, P. Zelinka and R. Richter</i>	193
12.1	Introduction	193
12.2	Motivation	193
12.3	Technical approaches to distributed process control	195
12.4	Discussion	196
12.4.1	Distributed control	197
12.4.2	Boundary control	199
12.5	Laboratory set-up	201
12.5.1	For distributed control	201
12.5.2	For boundary control	202
12.6	Suggested experiments	203
12.6.1	Aerothermal process	203
12.5.2	Boundary heated thin copper bar	203
12.7	Illustrative results	204
12.8	Conclusions	206
12.9	References	208
13	Fuzzy control: demonstrated with the inverted pendulum	209
	<i>P.M. Frank and N. Kuipel</i>	
13.1	Introduction	209
13.2	Control problem formulation	209
13.2.1	Fuzzy operators	209
13.3	Technical approaches	211
13.3.1	Fuzzy controller for a steam turbine	211
13.3.2	Fuzzy controller for flight control	213
13.3.3	Fuzzy controller for the inverted pendulum	213
13.4	Discussion	215

13.5	Laboratory set-up	218
13.6	Suggested experiments	218
13.7	Illustrative results	219
13.8	Conclusion	221
13.9	References	221
14	Adaptive control supervision	223
	<i>M. Martinez, P. Albertos, J. Picó and F. Morant</i>	
14.1	Control problem	223
14.2	Technical background	225
	14.2.1 Supervision tasks	225
	14.2.2 Selection of indicators for supervision	228
	14.2.3 Functions and tasks of the supervisory level	232
	14.2.4 Implementation of supervision functions	234
14.3	Laboratory set-up	235
14.4	Suggested experiments	238
	14.4.1 Forgetting factor scheduling	238
	14.4.2 Estimator scheduling	238
14.5	Conclusions	240
14.6	References	240
14.7	Appendix: numeric indicators	241
	14.7.1 Associated with the pre-identification process	241
	14.7.2 Associated with the estimation process	242
	14.7.3 Associated with the controller calculus	244
	14.7.4 Associated with the closed loop	245
15	Model-based fault detection: an online supervision concept	247
	<i>P.M. Frank and B. Köppen-Seliger</i>	
15.1	Introduction	247
15.2	Problem formulation	247
15.3	Process and fault model	248
15.4	Robust fault detection	249
15.5	Application	250
15.6	Design of fault detection filters for a three tank system	250
15.7	Conclusions	259
15.8	References	259
16	Microcomputer-based implementations for DC motor-drive control	261
	<i>C. Lazăr, E. Poli, F. Schönberger, and S. Ifrim</i>	
16.1	Introduction	261
16.2	Control problem	261
16.3	Technical approaches to DC motor drive control	262
	16.3.1 Cascade configuration	262

	16.3.2 Parallel configuration	264
16.4	Discussion	266
16.5	Laboratory set-up	266
16.6	Suggested experiments	267
	16.6.1 Responses to a speed reference step	267
	16.6.2 Responses to load disturbances	267
16.7	Illustrative results	267
16.8	Conclusions	269
16.9	References	270
17	Software design for real-time systems <i>A. Braune</i>	273
17.1	Introduction	273
17.2	Motivation	273
17.3	Technical approaches	275
17.4	Discussion	275
17.5	Laboratory set-up	275
17.6	Suggested experiments	277
17.7	Illustrative results	280
17.8	Conclusions	284
17.9	References	286
	Index	287

Human factors for engineers

Contents

Foreword	xiii
Preface	xv
Author biographies	xix
Introduction	xxv
1 Human factors and cost benefits	1
<i>Roger S. Harvey</i>	
1.1 Introduction	1
1.2 Human factors or ergonomics?	2
1.3 Human-centred design and systems engineering	3
1.4 Human factors costs and pay-offs	6
1.5 References	9
2 Human factors integration	11
<i>Michael A. Tainsh</i>	
2.1 Background to HFI prior to the mid 1980s	11
2.2 Post mid 1980s	12
2.3 Scope of application of HFI	13
2.3.1 Application areas	13
2.3.2 Customer and supplier	14
2.4 Life cycle management and risk	14
2.4.1 Smart acquisition within the MoD	14
2.4.2 Acquisition and design outside the MoD	15
2.4.3 Design drivers	15
2.4.4 Managing risk	15
2.4.5 The applicability of the approach	16
2.5 Starting an HFI programme	16
2.5.1 The stages of the life cycle	16
2.5.2 Technical processes of ISO 15288	18
2.5.3 Concept	18

2.5.4	Development	20
2.5.5	Production	24
2.5.6	Utilisation	25
2.5.7	Support	26
2.5.8	Retirement	26
2.6	Early human factors analyses	26
2.7	The future	28
2.7.1	Assessment of progress within the MoD on new projects	28
2.7.2	Projects in 'utilisation'	31
2.8	Conclusions	32
2.9	References	32
3	Humans: skills, capabilities and limitations	35
	<i>Jan Noyes, Kate Garland and Daniel Bruneau</i>	
3.1	Introduction	35
3.2	Humans as information processors	35
3.3	Models of information processing	36
3.4	Sensations	38
3.5	Perception	39
3.6	Attention	41
3.7	Memory	44
3.8	Higher order processing	45
3.9	Action	50
3.10	When information processing goes wrong	51
3.11	Implications for design	52
3.12	Conclusions	53
3.13	References	54
4	The human factors toolkit	57
	<i>Jan Noyes</i>	
4.1	Introduction	57
4.2	The human factors approach	60
4.3	Methods for assessment	60
4.4	Human factors tools	61
4.4.1	Subjective methods	61
4.4.2	Objective methods	63
4.4.3	Empirical methods	66
4.5	Which method to use?	71
4.6	Exercises	73
4.6.1	Exercise 1: heuristic evaluation	73
4.6.2	Exercise 2: checklists	74
4.7	Acknowledgements	75
4.8	References	75

2.5.4	Development	20
2.5.5	Production	24
2.5.6	Utilisation	25
2.5.7	Support	26
2.5.8	Retirement	26
2.6	Early human factors analyses	26
2.7	The future	28
2.7.1	Assessment of progress within the MoD on new projects	28
2.7.2	Projects in 'utilisation'	31
2.8	Conclusions	32
2.9	References	32
3	Humans: skills, capabilities and limitations	35
	<i>Jan Noyes, Kate Garland and Daniel Bruneau</i>	
3.1	Introduction	35
3.2	Humans as information processors	35
3.3	Models of information processing	36
3.4	Sensations	38
3.5	Perception	39
3.6	Attention	41
3.7	Memory	44
3.8	Higher order processing	45
3.9	Action	50
3.10	When information processing goes wrong	51
3.11	Implications for design	52
3.12	Conclusions	53
3.13	References	54
4	The human factors toolkit	57
	<i>Jan Noyes</i>	
4.1	Introduction	57
4.2	The human factors approach	60
4.3	Methods for assessment	60
4.4	Human factors tools	61
4.4.1	Subjective methods	61
4.4.2	Objective methods	63
4.4.3	Empirical methods	66
4.5	Which method to use?	71
4.6	Exercises	73
4.6.1	Exercise 1: heuristic evaluation	73
4.6.2	Exercise 2: checklists	74
4.7	Acknowledgements	75
4.8	References	75

5	Task analysis	81
	<i>Leslie K. Ainsworth</i>	
5.1	Introduction	81
5.2	Data collection for task analysis	83
5.2.1	Existing documentation	83
5.2.2	Interface inspection	84
5.2.3	Subjective assessment	84
5.2.4	Task observations	85
5.3	Hierarchical Task Analysis (HTA)	86
5.3.1	The redescription process	86
5.3.2	Stopping rules	88
5.3.3	Plans	88
5.3.4	Presentation of HTA information	89
5.4	Task decomposition	91
5.4.1	Types of decomposition information	92
5.4.2	Collection of task decomposition data	93
5.5	Data analysis	93
5.5.1	Introduction	93
5.5.2	Analysis of the working environment	94
5.5.3	Analysis of the workstation design	95
5.5.4	Analysis of information requirements	95
5.5.5	Analysis of task sequence	97
5.5.6	Analysis of temporal and workload issues	99
5.5.7	Analysis of errors	103
5.5.8	Analysis of cognitive processes	106
5.6	Reporting task analysis	108
5.7	Exercises	109
5.8	Answers	109
5.9	References	111
6	Automation and human work	113
	<i>Erik Hollnagel</i>	
6.1	Introduction	113
6.1.1	Precision and stability	114
6.1.2	Automation as compensation	115
6.1.3	The self-reinforcing loop	116
6.1.4	Humans as a liability or as a resource	118
6.2	Humans and automation	119
6.2.1	The 'left-over' principle	120
6.2.2	The compensatory principle	121
6.2.3	The complementarity principle	123
6.2.4	From function allocation to human-machine co-operation	124
6.2.5	Unwanted consequences of automation	126

6.3	Cognitive systems engineering	127
6.3.1	Balancing functions and responsibilities	128
6.3.2	The ironies of automation	130
6.3.3	Automation as a socio-technical problem	132
6.4	Exercises	133
6.5	References	134
7	To engineer is to err	137
	<i>Sidney Dekker</i>	
7.1	Humans degrade basically safe systems. Or do they?	137
7.2	Human error or mechanical failure?	140
7.3	Why don't they just follow the procedures?	142
7.4	Automation as a solution to the human error problem?	146
7.5	Unknowable futures and irreconcilable constraints	148
7.6	References	149
8	Qualitative and quantitative evaluation of human error in risk assessment	151
	<i>David Embrey</i>	
8.1	Introduction	151
8.2	Human reliability analysis in risk assessment	152
8.2.1	Introduction to the risk analysis process	152
8.2.2	Modelling tools used in risk analysis	153
8.3	A systematic human interaction reliability assessment methodology (HIRAM)	157
8.4	Criticality analysis	159
8.4.1	Developing the task inventory	159
8.4.2	Screening the tasks	160
8.4.3	Developing a screening index	161
8.5	Qualitative human error analysis	162
8.5.1	Task analysis	162
8.5.2	Predictive human error analysis	162
8.5.3	Case study illustrating qualitative analysis methods in HIRAM	164
8.6	Representation of the failure model	169
8.7	Quantification	172
8.7.1	The quantification process	173
8.7.2	Overview of quantitative human error probability assessment techniques	175
8.7.3	Database approaches: technique for human error rate prediction (THERP)	176
8.7.4	Human error assessment and reduction technique (HEART)	180
8.7.5	The success likelihood index method (SLIM)	186
8.7.6	The influence diagram evaluation and assessment system (IDEAS)	192

8.8	Choice of techniques	197
8.8.1	Evaluation criteria	198
8.8.2	Evaluation of the reviewed methods against the criteria	199
8.9	Summary	201
8.10	References	201
9	Control room design	203
	<i>John Wood</i>	
9.1	The human operator in the control loop	203
9.2	The control room design process	206
9.2.1	Phase 1: establishing the brief	206
9.2.2	Phase 2: analysis	207
9.2.3	Phase 3: concept design	208
9.2.4	Phase 4: detailed design	208
9.2.5	Phase 5: implementation	208
9.2.6	Phase 6: evaluation	209
9.3	The control suite and its layout	210
9.4	The layout of control rooms	212
9.4.1	General principles for control room layout	213
9.5	Workstation layout principles and workstation design	219
9.5.1	Workstation design process	220
9.5.2	General design considerations	223
9.6	Control room interface design (HCI)	224
9.6.1	Principles for control room HCI design	224
9.6.2	Overview displays	225
9.7	Environmental design of control rooms	226
9.7.1	General principles	227
9.7.2	Interior design considerations	230
9.8	References	233
10	Human-computer interfaces: a principled approach to design	235
	<i>Robert D. Macredie and Jane Coughlan</i>	
10.1	Introduction	235
10.2	Interfaces: a story about design	235
10.2.1	Background to interface design	236
10.2.2	The interface defined	236
10.2.3	User requirements	237
10.2.4	Interface models	238
10.2.5	Scope of the chapter	238
10.3	Key topic areas	239
10.3.1	Human factors	240
10.3.2	Interface types	240
10.3.3	Interface design principles	241
10.4	Design cases	243
10.4.1	The ticket machine interface	244

10.4.2	'Good morning, could I have a return ticket to Leytonstone, please?'	245
10.4.3	The point-of-sale machine interface	248
10.4.4	'Hi, I would like some information on the mortgage deals you have available, please'	248
10.5	Conclusions	252
10.6	References	253
11	Usability	257
	<i>Martin Maguire</i>	
11.1	Introduction	257
11.1.1	Definition of usability	257
11.1.2	Usability benefits	258
11.2	Usability perspectives and role in system development	258
11.3	Scoping, planning and context of use	260
11.3.1	Usability scoping and planning	260
11.3.2	Context of use analysis	260
11.4	Formative usability – enhancing usability within design	263
11.4.1	Usability design principles	263
11.4.2	Rapid prototyping	266
11.4.3	Expert and user evaluation of prototype	268
11.5	Summative usability – usability in terms of user experience	271
11.5.1	Usage scenarios and success criteria	271
11.5.2	Usability measurement	272
11.6	User audit of implemented system	276
11.7	Examples of usability projects	276
11.7.1	Expert evaluation of training opportunities software (formative)	277
11.7.2	Re-design of intranet site (formative)	277
11.7.3	Evaluation of a forest monitoring system (formative and summative)	278
11.7.4	Application of the CIF to e-shopping (summative)	279
11.7.5	User-centred design at IAI	280
11.7.6	Evaluation of home products (formative and summative)	280
11.7.7	Evaluation of financial systems (summative)	281
11.7.8	Evaluation of scientific search engine (summative)	281
11.7.9	Evaluation of electronic programme guide (EPG)	282
11.8	Conclusions	283
11.9	References	283
12	HF verification and validation (V&V)	287
	<i>Iain S. MacLeod</i>	
12.1	Introduction	287
12.1.1	Fitness for purpose (FfP)	289

12.2	Background	289
12.2.1	Limitations of HF discipline	290
12.2.2	Consideration of trade offs within assist human factor integration	291
12.2.3	Limitations in system manufacturing capabilities	292
12.3	Systems, V&V and human factors	292
12.3.1	Issues with HF V&V	293
12.3.2	Influences of technology	295
12.4	HF V&V relationship to system-related human functions and responsibilities	296
12.4.1	Roles and stakeholders	296
12.4.2	Forms of system development models	299
12.5	Pertinence of HF V&V activities within a system's life cycle	301
12.6	Detail on HF V&V activities throughout a system's life cycle	302
12.6.1	HF V&V and task analysis (TA)	303
12.6.2	Use of modelling, prototyping and simulation	305
12.6.3	Suggested actions and reporting	307
12.6.4	Test and evaluation (T&E)	308
12.6.5	Consideration on measures	309
12.6.6	Ancillary issues affecting HF V&V	311
12.7	Evidence of the consequences of absent HF application within system V&V	312
12.8	Summary and conclusions	313
12.9	Questions	314
12.10	References	315
13	The application of simulators in systems evaluation	317
	<i>Ed Marshall</i>	
13.1	Background	317
13.1.1	Simulators and simulation	317
13.1.2	History	318
13.1.3	The exploration of extreme situations	319
13.2	What can the simulator do?	320
13.2.1	Fidelity	320
13.2.2	Simulator scenarios	322
13.2.3	Simulator data	323
13.2.4	Objective data from the simulator	323
13.2.5	Objective data on operator performance	324
13.2.6	Subjective data from the participants	324
13.2.7	Subjective data from the experimenters	324
13.3	The participants	324
13.3.1	Investigation without participants	325
13.3.2	Investigation using single participants or teams	325
13.3.3	Investigation using trainees or students	325

xii *Contents*

13.4	Observation in the simulator	326
13.4.1	Observer location	326
13.4.2	On-line observation	326
13.4.3	The use of video and audio recordings	327
13.5	The simulator session	327
13.5.1	The preparation and pre-briefing	327
13.5.2	Familiarisation	328
13.5.3	The scenario	328
13.5.4	Debrief	328
13.6	Pitfalls	329
13.6.1	The simulator itself	329
13.6.2	Participants	329
13.6.3	The data	329
13.6.4	The participants' performance	330
13.7	Conclusions	330
13.8	Exercises	331
14	Safety assessment and human factors	333
	<i>Carl Sandom</i>	
14.1	Introduction	333
14.2	Information systems and safety	333
14.3	Safety assessment	334
14.4	Safety requirements	337
14.5	Systems and boundaries	339
14.6	Risk modelling	340
14.7	Assessing the human contribution to safety	343
14.7.1	Human safety functions	344
14.7.2	Human integrity targets	344
14.8	Summary	345
14.9	Further questions	347
14.10	References	347
	Index	349

Advanced instrument engineering

Table of Contents

Preface	xvii
Chapter 1	
Voltage Stability Analysis of a Distributed Network Incorporating Wind Power Resource	1
<i>Denis Juma, Tshwane University of Technology, South Africa</i>	
<i>Bessie Monchusi, Tshwane University of Technology, South Africa</i>	
<i>Josiah Munda, Tshwane University of Technology, South Africa</i>	
<i>Adisa Jimoh, Tshwane University of Technology, South Africa</i>	
Chapter 2	
Dynamic Characteristics of Tiny Ultrasonic Linear Actuators	12
<i>Hermes Hernández, Universidad Panamericana, Mexico</i>	
<i>Ramiro Velázquez, Universidad Panamericana, Mexico</i>	
Chapter 3	
Internet-Enabled Calibration: A Future of Calibration?.....	24
<i>Hrvoje Hegeduš, University of Zagreb, Republic of Croatia</i>	
<i>Marko Jurčević, University of Zagreb, Republic of Croatia</i>	
<i>Roman Malarić, University of Zagreb, Republic of Croatia</i>	
Chapter 4	
A Data Acquisition System to Detect Bubble Collapse Time and Pressure	
Losses in Water Cavitation	39
<i>M. G. De Giorgi, University of Salento, Italy</i>	
<i>A. Ficarella, University of Salento, Italy</i>	
<i>M. Tarantino, University of Salento, Italy</i>	

Chapter 5

New Approaches of Nanocomposite Materials for Electromagnetic Sensors and Robotics 57

Alessandro Massaro, Italian Institute of Technology (IIT), Italy & Center for Bio-Molecular Nanotechnologies (CBN), Italy

Fabrizio Spano, Italian Institute of Technology (IIT), Italy & Center for Bio-Molecular Nanotechnologies (CBN), Italy

Diego Caratelli, Delft University of Technology, The Netherlands

Alexander Yarovoy, Delft University of Technology, The Netherlands

Roberto Cingolani, Italian Institute of Technology (IIT), Italy

Athanassia Athanassiou, Italian Institute of Technology (IIT), Italy & Center for Bio-Molecular Nanotechnologies (CBN), Italy

Chapter 6

A Real Time Attachment Free, Psycho Physiological Stress and Heart

Rate Measurement System 74

Anthony Psaltis, National and Kapodistrian University of Athens, Greece

Constantinos Mourlas, National and Kapodistrian University of Athens, Greece

Chapter 7

Exploitation of the EDF Scheduling in the Wireless Sensors Networks 87

Rym Chéour, National School of Engineers of Sfax, Tunisia

Sébastien Bilavarn, University of Nice-Sophia Antipolis, France

Mohamed Abid, National School of Engineers of Sfax, Tunisia

Chapter 8

Software Tool for Assessment of Complexity and Variability in Physiological

Signals of Respiration 101

Ireneusz Jabłoński, Wrocław University of Technology, Poland

Kamil Subzda, Wrocław University of Technology, Poland

Janusz Mroczka, Wrocław University of Technology, Poland

Chapter 9

Thorax: Physiological Monitoring and Modeling for Diagnosis of Pulmonary Edema 127

Shabana Urooj, Gautam Buddha University, India

M. Khan, Jamia Millia Islamia, India

A. Q. Ansari, Jamia Millia Islamia, India

Chapter 10

An Efficient Agent Based Rumor Propagation for Wireless Sensor Networks 134

Leila Kheroua, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB), Algeria

Samira Moussaoui, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB), Algeria

Louiza Mansour, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB), Algeria

Chapter 11

Measurements and Characterization of Photovoltaic Modules for Tolerance Verification 144

C. Calò, University of Salento, Italy

A. Lay-Ekuakille, University of Salento, Italy

P. Vergallo, University of Salento, Italy

C. Chiffi, Roam 2000 S. R. L., Italy

A. Trotta, Polytechnic of Bari, Italy

A. Fasanella, ETS SAS, Italy

A.M. Fasanella, ETS SRL, Italy

Chapter 12

Design, Measurements and Characterization of Smart Electronic Board for PV

Streetlight based on LED and High Intensity Discharge Lamps 153

Paolo Visconti, University of Salento, Italy

Daniele Romanello, Cavalera Sistemi s.r.l., Italy

Giovanni Zizzari, University of Salento, Italy

Vito Ventura, University of Salento, Italy

Giorgio Cavalera, Cavalera Sistemi s.r.l., Italy

Chapter 13

An Observation on Least Action Principle in Classical Mechanics Oriented on the Evaluation of

Relativistic Error Concerning the Measurements of Light Propagating in a Liquid 166

Alessandro Massaro, Italian Institute of Technology, Italy

Piero Adriano Massaro, University of Bari, Italy

Chapter 14

Impedance-Based Wireless Sensor Network for Metal-Protective Coating Evaluation 177

Ronghua Yu, North Dakota State University, USA

Qixin Zhou, North Dakota State University, USA

Yechun Wang, North Dakota State University, USA

Chao You, North Dakota State University, USA

Chapter 15

Measurement Uncertainty in Decision-Making: How to Take Reliable

Decisions under Uncertainty 193

Claudio De Capua, Università 'Mediterranea' di Reggio Calabria, Italy

Rosario Morello, Università 'Mediterranea' di Reggio Calabria, Italy

Rosario Carbone, Università 'Mediterranea' di Reggio Calabria, Italy

Chapter 16

AC Magnetic Measurements on Superconductors: Design of a Device for Magneto-Thermal Measurements	208
<i>Philippe Laurent, University of Liège, Belgium</i>	
<i>Jean-François Fagnard, University of Liège, Belgium</i>	
<i>Philippe Vanderbemden, University of Liège, Belgium</i>	

Chapter 17

Seismocardiogram and Ballistocardiogram Sensing	223
<i>Octavian Postolache, Instituto de Telecomunicações, Portugal & Polytechnic Institute of Setúbal, Portugal</i>	
<i>Pedro Girão, Instituto de Telecomunicações, Portugal & Technical University of Lisbon, Portugal</i>	
<i>Gabriela Postolache, Atlantica University, Portugal</i>	

Chapter 18

Design, Development and Testing of a Semi Cylindrical Capacitive Array Type Liquid Interface Level Sensor	247
<i>Sagarika Pal, National Institute of Technical Teachers' Training and Research, Kolkata, India</i>	
<i>Ramtanu Mukherjee, National Institute of Technical Teachers' Training and Research, Kolkata, India</i>	
<i>Sharmi Ganguly, National Institute of Technical Teachers' Training and Research, Kolkata, India</i>	

Chapter 19

An Architectural and Evaluative Review of Implicit and Explicit SIP Overload Handling	257
<i>Marco Happenhofer, Vienna University of Technology, Austria</i>	
<i>Joachim Fabini, Vienna University of Technology, Austria</i>	
<i>Christoph Egger, Vienna University of Technology, Austria</i>	
<i>Michael Hirschbichler, Vienna University of Technology, Austria</i>	

Chapter 20

Impact of Human Factors on Measurement Errors	274
<i>Vinodkumar Jacob, M.A. College of Engineering, India</i>	
<i>M. Bhasi, Cochin University of Science and Technology, India</i>	
<i>R. Gopikakumari, Cochin University of Science and Technology, India</i>	

Chapter 21

Determination of Uncertainty in Gross Calorific Value of Coal Using Bomb Calorimeter	292
<i>N.K. Mandavgade, G.H. Rasoni College of Engineering, India</i>	
<i>S.B. Jaju, G.H. Rasoni College of Engineering, India</i>	
<i>R.R. Lakhe, Shreyas Quality Management System, India</i>	

Compilation of References	300
---------------------------------	-----

About the Contributors	325
------------------------------	-----

Index	332
-------------	-----

Changes in production efficiency in China

Contents

1	Introduction	1
1.1	Motivation	1
1.1.1	Present Framework	3
1.1.2	Questions	5
1.2	Objective	7
1.2.1	Innovative Approach	8
1.3	Outline	12
	References	12
2	Changes in Allocation Efficiency from Equity to Efficiency-Oriented	13
2.1	Equity or Efficiency-Oriented Growth	14
2.2	Path-Converged Design of Allocation Efficiency	15
2.3	Identification of Allocation Efficiency	22
2.3.1	Data Description	22
2.3.2	Single Identification of Allocation Efficiency of FDI and PE	22
2.3.3	Effective Interval with Strengths of FDI and PE	24
2.3.4	Joint Identification of Allocation Efficiency	26
2.4	Allocation Strategy with Efficiency-Oriented PE	28
2.4.1	Efficiency-Oriented Strategy of PE in Eastern Region	29
2.4.2	Efficiency-Oriented Strategy of PE in Middle Eastern Region	31
2.4.3	Efficiency-Oriented Strategy of PE in Overall Region	31
2.5	Allocation Strategy with Efficiency-Oriented FDI	32
2.5.1	Efficiency-Oriented Strategy of FDI in Eastern Region	32
2.5.2	Efficiency-Oriented Strategy of FDI in Eastern Region	33
2.5.3	Efficiency-Oriented Strategy of FDI in Overall China	33
2.6	Conclusion	34
	References	36

3	Changes in Population Agglomeration Efficiency in Urban Planning	37
3.1	Introduction	37
3.2	Path-Converged Design	38
3.2.1	Benchmark Model	39
3.2.2	Path Model	39
3.3	Population Agglomeration Efficiency Identification	41
3.3.1	Data Description	41
3.3.2	Urbanization Level: Benchmark Model	42
3.3.3	Population Agglomeration: Path Model	43
3.3.4	Agglomeration Inefficiency in Region and Urban Area	45
3.3.5	Population Agglomeration Inefficiency: City Size	47
3.4	Decision Making on Optimal Migration Strategy	50
3.4.1	Strategy 1: Regional Migration for Small Cities	51
3.4.2	Strategy 2: Regional Migration for Medium Cities	53
3.4.3	Strategy 3: Urban Migration for Medium Cities	53
3.4.4	Strategy 4: Regional Migration for Large Cities	55
3.5	Concluding Remarks	57
3.5.1	Identification of Population Agglomeration Efficiency	57
3.5.2	Decision Making of Optimal Population Migration	57
	References	58
4	Changes in Factors Scale Efficiency of FDI with Path Identification	61
4.1	Crowd-in or Crowd-out Effects of FDI Scale	61
4.2	Nonparametric Identification Technique	63
4.3	FDI Path Identification	67
4.4	Data Description and Empirical Identification of FDI	72
4.4.1	Data Description	72
4.4.2	Identification of Crowd-in and Crowd-out Effects of FDI Path	73
4.5	Strategy on Crowd-in Effect of FDI Path with Urbanization Environment	77
4.5.1	Simulation of Crowd-in Effect of FDI Path in Middle Region	79
4.5.2	Simulation of Crowd-in Effect of FDI Path in Western Region	80
4.6	Conclusion	81
	References	82
5	Changes in Technical Efficiency of FDI	85
5.1	Introduction	85
5.2	Path-Converged Technique	87

5.2.1	FDI-Path Approach	87
5.2.2	Technical Level, Efficiency Level and Total Factor Productivity	89
5.3	Technical Progress and Efficiency Improvement	91
5.3.1	Increasing or Descending Trend of Technical Level	91
5.3.2	Positive or Negative Impact of Efficiency Level	92
5.3.3	Technical and Efficiency Changes	93
5.4	Realization Strategy of Technical Progress in Middle and Western Regions	96
5.4.1	Realization Strategy in Middle Region	97
5.4.2	Realization Strategy in Western Region	97
5.5	Conclusion	99
	References	100
6	Changes in Scale and Technical Efficiency with Regional Transplantation Strategy	103
6.1	Introduction	103
6.2	Path-Converged Design	105
6.3	Identification of Regional Technical and Scale Efficiency	107
6.4	Transplantation Strategy of Efficiency Change	108
6.4.1	Strategy with Technical Efficiency Transplantation	108
6.4.2	Strategy with Scale Efficiency Transplantation	110
6.4.3	Strategy with Joint Transplantation of Technical and Scale Efficiencies	110
6.4.4	Feasibility Analysis of Transplantation	112
6.5	Conclusion	113
	References	113
7	Sustainable Efficiency in China with Urbanization	115
7.1	Introduction	115
7.2	Design of Urbanization Path	116
7.3	Balanced Development Among Regions	117
7.3.1	Strategies of Population Migration	118
7.3.2	Strategies of Investment Enhancement	121
7.4	Optimization of Resource Allocation in City Groups	124
7.4.1	Individual Study	125
7.4.2	Overall Study	126
7.5	Feasibility Study	130
7.6	Concluding Remarks	131
	References	132

8 Concluding Remarks	133
8.1 Innovations	133
8.2 Results	134
8.3 Convergence Speed of Path Identification.	135
References	139

Cell formation in industrial engineering

Contents

1	The Problem of Cell Formation: Ideas and Their Applications	1
1.1	Introduction	1
1.2	Cellular Layout and Its Alternatives	3
1.3	(Dis)similarity and Performance Measures	7
1.3.1	Similarities and Dissimilarities: An Overview	7
1.3.2	Performance Measures: Are They Different	9
1.4	An Overview of the Existing Models and Approaches	11
1.4.1	Bond Energy Analysis	12
1.4.2	Iterative Approaches Based on Similarity Measures	14
1.4.3	Fuzzy Logic Approaches	16
1.4.4	Genetic Algorithms and Simulated Annealing	17
1.4.5	Neural Network Approaches	18
1.4.6	Graph-Theoretic Approaches	18
1.4.7	MILP Based Approaches	19
1.5	Conclusions and the Outline of This Book	21
2	The p-Median Problem	25
2.1	Introduction	25
2.2	The Pseudo-Boolean Representation	28
2.3	Reduction Techniques	32
2.3.1	Reduction of the Number of Monomials in the pBp	33
2.3.2	Reduction of the Number of Clients (Columns)	35
2.3.3	Preprocessing: An Overview and Application to the PMP	38
2.3.4	Minimality of the Pseudo-Boolean Representation	39
2.4	A Compact Mixed Boolean LP Model	41
2.4.1	Further Reductions	45
2.4.2	Computational Experiments	49
2.5	Instance Data Complexity	51
2.5.1	Data Complexity and Problem Size Reduction	51
2.5.2	Complex Benchmark Instances	54

2.6	Equivalent PMP Instances	61
2.6.1	Dimensions of PMP Equivalence Polyhedra	67
2.7	Summary and Future Research Directions	71
3	Application of the PMP to Cell Formation in Group Technology	75
3.1	Introduction	75
3.1.1	Background	75
3.1.2	Objectives and Outline	77
3.2	The p -Median Approach to Cell Formation	78
3.2.1	The MBpBM Formulation	79
3.2.2	Compactness of the MBpBM Formulation	82
3.2.3	A Note on the Optimality of PMP-Based Models	84
3.3	How to Model Additional Constraints of CF	86
3.3.1	Availability of Workforce	87
3.3.2	Capacity Constraints	88
3.3.3	Workload Balancing	89
3.3.4	Utilizing Sequences of Operations	91
3.4	Experimental Results	94
3.5	Summary and Future Research Directions	96
4	The Minimum Multicut Problem and an Exact Model for Cell Formation	101
4.1	Introduction	101
4.2	The Essence of the Cell Formation Problem	102
4.3	MINpCUT: A Straightforward Formulation (SF)	105
4.4	MINpCUT: An Alternative Formulation (AF)	106
4.5	Additional Constraints	107
4.6	Computational Experiments	111
4.7	Summary	112
5	Multiobjective Nature of Cell Formation	117
5.1	Introduction	117
5.2	Problems with a Minimization of the Intercell Movement	118
5.2.1	Inter-Versus Intracell Movement	120
5.2.2	Preserving Flows	121
5.3	Workforce-Related Objectives	123
5.4	Set-Up Time Savings	124
5.5	Concluding Remarks	126
6	Pattern-Based Heuristic for the Cell Formation Problem in Group Technology	129
6.1	Introduction	129
6.2	Clustering and Patterns	130
6.2.1	Patterns in CFP	131
6.3	The CFP Formulation	135
6.3.1	The CFP Objective Functions	136

6.4	Pattern Based Heuristic	137
6.5	Computational Results	144
6.6	Patterns for Other Combinatorial Optimization Problems	147
6.7	Summary and Future Research Directions	152
7	Two Models and Algorithms for Bi-Criterion Cell Formation	155
7.1	Introduction	155
7.2	Bi-Criterion Cell Formation Problems	155
7.3	Bi-Criterion Branch-and-Bound Algorithm	157
7.4	Computational Experiments	160
7.5	Conclusions	171
8	Summary and Conclusions	173
8.1	Summary	173
8.2	Conclusions	175
	Solutions to the 35 CF Instances from [71]	179
A.1	Solutions Without Singletons	179
A.2	Solutions with Singletons Allowed	187
	References	195
	Index	205

Collaborations in architecture and engineering

– CONTENTS –

Preface, vii
Acknowledgments, ix

ONE

Introduction: Complexity and Collaboration, 1

TWO

Collaborations in Practice, 5

THREE

41 Cooper Square, 18

FOUR

Berlin Hauptbahnhof, 35

FIVE

B2 BKLYN, 51

SIX

Toledo Museum of Art Glass Pavilion, 62

SEVEN

Queen Alia International Airport, 77

EIGHT

Simmons Hall at MIT, 92

NINE

The Anaheim Regional Transportation Intermodal Center (ARTIC), 107

TEN

SPG Shanghai, 125

ELEVEN

Keelung Harbor Project, 138

TWELVE

Port House, 152

THIRTEEN

Tools for Collaboration, 164

FOURTEEN

Delivery Methods Facilitating Collaboration, 176

FIFTEEN

Architecture and Engineering Pedagogy, 182

APPENDIX

Guidelines for Developing Interdisciplinary Courses, 201

Index, 204

Interventoría técnica y administrativa aplicada a sistemas de riego y drenaje

CONTENIDO

Presentación	<u>15</u>
Introducción	<u>19</u>
PARTE 1	
Definiciones básicas del subsector de adecuación de tierras	<u>25</u>
Marco institucional	<u>33</u>
Marco jurídico	<u>39</u>
Antecedentes de la adecuación de tierras en Colombia	<u>47</u>
Distritos de adecuación de tierras de gran y mediana irrigación	<u>47</u>
Época: Electraguas, Caja de Crédito Agrario, CVC, Incora, HIMAT, INAT	<u>47</u>
La pequeña irrigación	<u>49</u>
Época INAT	<u>51</u>
Época Incoder	<u>52</u>
Cambio en la política de adecuación de tierras	<u>67</u>
Época Agro Ingreso Seguro (AIS)	<u>67</u>
Época Finagro	<u>74</u>
Consultores EDAT, constructores IEPAT e interventoría	<u>76</u>
PARTE 2	
1. Especificaciones técnicas requeridas para los estudios y diseños de proyectos en adecuación de tierras	<u>83</u>
1.1 Nivel de prefactibilidad	<u>84</u>
1.2 Nivel de factibilidad	<u>94</u>
1.3 Diseño detallado de las obras de ingeniería	<u>128</u>
1.4 Presupuesto definitivo de las obras	<u>129</u>

1.5	Programación de las obras e inversiones	<u>129</u>
1.6	Manual de administración, operación y mantenimiento	<u>130</u>
2.	Especificaciones técnicas en la construcción de obras para adecuación de tierras	<u>131</u>
3.	Conceptos básicos sobre interventoría	<u>133</u>
3.1	Definición de interventoría	<u>133</u>
3.2	Nombramiento del interventor	<u>134</u>
3.3	Interventor	<u>134</u>
3.4	Persona natural	<u>134</u>
3.5	Persona jurídica	<u>134</u>
3.6	Supervisor de proyecto	<u>135</u>
3.7	Supervisor de contrato	<u>135</u>
3.8	Entidad contratante	<u>135</u>
3.9	Contratista	<u>136</u>
3.10	Subcontratista	<u>136</u>
3.11	Organismo o entidad financiadora	<u>136</u>
3.12	Pliego de licitación o de condiciones	<u>136</u>
3.13	Concurso de méritos	<u>136</u>
3.14	Términos de referencia	<u>136</u>
3.15	Adendas	<u>137</u>
3.16	Proponente o licitante	<u>137</u>
3.17	Propuesta-oferta	<u>137</u>
3.18	Registro de proponentes	<u>137</u>
3.19	Representante legal	<u>137</u>
3.20	La oferta del contratista	<u>137</u>
3.21	Fecha de iniciación	<u>138</u>
3.22	Fecha de terminación	<u>138</u>
3.23	Días y meses	<u>138</u>
3.24	Plazos	<u>138</u>
3.25	Prórrogas	<u>138</u>
3.26	Costos	<u>139</u>
3.27	Costos directos	<u>139</u>

3.28	Costos indirectos	<u>139</u>
3.29	Personal	<u>139</u>
3.30	Planos-dibujos	<u>139</u>
3.31	Especificaciones o normas	<u>140</u>
3.32	Cambio de especificaciones	<u>140</u>
3.33	Estudios adicionales	<u>140</u>
3.34	Actividades no previstas	<u>140</u>
3.35	Precio no previsto	<u>141</u>
3.36	Labores y trabajos	<u>141</u>
3.37	Obras	<u>141</u>
3.38	Obras provisionales	<u>141</u>
3.39	Obra adicional	<u>141</u>
3.40	Obra complementaria	<u>141</u>
3.41	Medida de la obra realizada	<u>141</u>
3.42	Mayor cantidad de obra	<u>142</u>
3.43	Equipo	<u>142</u>
3.44	Planta	<u>142</u>
3.45	Materiales	<u>142</u>
3.46	Lista de cantidades y precios unitarios	<u>142</u>
3.47	Variación	<u>142</u>
3.48	Defecto	<u>143</u>
3.49	Periodo de responsabilidad por defectos	<u>143</u>
3.50	Periodo de corrección de defectos	<u>143</u>
3.51	Informes de investigación de la zona de obras	<u>143</u>
3.52	Comunicaciones	<u>143</u>
3.53	Cooperación	<u>143</u>
3.54	Ordenado	<u>144</u>
3.55	Aprobación-aprobado	<u>144</u>
3.56	Certificado de disponibilidad presupuestal (CDP)	<u>144</u>
3.57	Registro presupuestal	<u>144</u>
3.58	Contrato	<u>144</u>

3.59	Subcontrato	<u>144</u>
3.60	Adición	<u>145</u>
3.61	Cesión	<u>145</u>
3.62	Otrosí	<u>145</u>
3.63	Consortio	<u>145</u>
3.64	Unión temporal	<u>146</u>
3.65	Contrato adicional	<u>146</u>
3.66	Contrato de consultoría	<u>146</u>
3.67	Contrato de obra	<u>146</u>
3.68	Fiducia	<u>147</u>
3.69	Precio inicial del contrato	<u>147</u>
3.70	Precio definitivo del contrato	<u>147</u>
3.71	Garantías	<u>147</u>
3.72	Suspensión	<u>147</u>
3.73	Anticipo	<u>147</u>
3.74	Cuenta de anticipo	<u>148</u>
3.75	Orden de iniciación	<u>148</u>
3.76	Orden de pago	<u>148</u>
3.77	Valor final del contrato	<u>148</u>
3.78	Acta	<u>148</u>
3.79	Acta de liquidación	<u>149</u>
3.80	Acta de suspensión	<u>149</u>
3.81	Acta de reiniciación	<u>149</u>
3.82	Acta de entrega y recibo final	<u>149</u>
3.83	Riesgos del contratante	<u>149</u>
3.84	Riesgos del contratista	<u>149</u>
3.85	Diferencias o divergencias	<u>150</u>
3.86	Conciliador	<u>150</u>
3.87	Eventos compensables	<u>150</u>
3.88	Representación judicial y extrajudicial	<u>150</u>
3.89	Fuerza mayor	<u>151</u>
3.90	Interventoría técnica en construcción de obras	<u>151</u>

3.91	Interventoría administrativa en construcción de obras	<u>151</u>
3.92	Interventoría contable en construcción de obras	<u>151</u>
3.93	Interventoría ambiental	<u>151</u>
3.94	Aspecto ambiental	<u>151</u>
3.95	Impacto ambiental	<u>152</u>
3.96	Desempeño ambiental	<u>152</u>
3.97	Plan de manejo ambiental (PMA)	<u>152</u>
3.98	Auditoría ambiental	<u>152</u>
3.99	Informe de auditoría ambiental	<u>152</u>
3.100	Control de calidad	<u>152</u>
4.	Aspectos técnicos y administrativos de la interventoría	<u>153</u>
4.1	Marco conceptual	<u>153</u>
4.2	Actividades del interventor en los contratos de consultoría	<u>155</u>
4.3	Actividades del interventor en los contratos de obra	<u>158</u>
4.4	Actividades del interventor en los contratos de suministro compraventa	<u>164</u>
4.5	Actividades del interventor en los demás contratos	<u>165</u>
4.6	Normas técnicas por considerar en el ejercicio de la interventoría	<u>165</u>
5.	Reglas y principios que rigen los contratos de las entidades estatales	<u>169</u>
5.1	Marco conceptual	<u>169</u>
5.2	Principios de la contratación estatal	<u>169</u>
5.3	Ecuación contractual	<u>170</u>
5.4	Contratos estatales	<u>171</u>
5.5	Modalidades de contratación	<u>174</u>
5.6	Escogencia del contratista	<u>176</u>

5.7	Normas relacionadas con la contratación pública	<u>182</u>
6.	Proponentes	<u>185</u>
6.1	Registro	<u>185</u>
6.2	Definiciones	<u>186</u>
6.3	Conceptos fundamentales sobre calificación de constructores	<u>191</u>
6.4	Cálculo de la capacidad máxima de contratación (K) para constructores	<u>191</u>
6.5	Autocalificación de los consultores	<u>192</u>
6.6	Clasificación y calificación de proveedores	<u>192</u>
6.7	Descripción de especialidades y grupos para el registro de constructores	<u>193</u>
6.8	Descripción de especialidades y grupos para el registro de consultores	<u>194</u>
6.9	Formulario, documentos indispensables y certificados	<u>196</u>
6.10	Documentación e información estrictamente indispensables	<u>199</u>
6.11	Asuntos para tener en cuenta acerca del Registro de Proponentes	<u>200</u>
6.12	¿Cómo se obtiene el NIT?	<u>201</u>
7.	Gerencia de proyectos aplicada a la interventoría en adecuación de tierras	<u>203</u>
7.1	Conceptos fundamentales sobre proyectos	<u>203</u>
7.2	Programación como herramienta de interventoría	<u>215</u>
8.	Concurso de méritos	<u>253</u>
8.1	Generalidades	<u>253</u>

8.2	Documentos del concurso de méritos	<u>258</u>
8.3	Evaluación de propuestas y adjudicación	<u>269</u>
8.4	Condiciones del contrato	<u>273</u>
9.	Licitaciones	<u>275</u>
9.1	Aspectos sobre las obras	<u>275</u>
9.2	Condiciones económicas y financieras	<u>278</u>
9.3	Plazo de adjudicación y vigencia de la propuesta	<u>279</u>
9.4	Valor del contrato y forma de pago	<u>280</u>
9.5	Anticipo y plan de inversión	<u>280</u>
9.6	Plazos de entrega, programas de trabajo y de inversión	<u>281</u>
9.7	Tipo de contratación	<u>282</u>
9.8	Consortios y uniones temporales	<u>282</u>
9.9	Consideraciones sobre las obras	<u>283</u>
9.10	Consideraciones sobre la interventoría	<u>286</u>
9.11	La propuesta del contratista	<u>290</u>
9.12	Evaluación de propuestas y adjudicación	<u>296</u>
9.13	Condiciones del contrato	<u>299</u>
10.	El contrato	<u>301</u>
10.1	Conceptos generales	<u>301</u>
10.2	Minuta del contrato	<u>309</u>
11.	Actas de interventoría	<u>319</u>
11.1	Acta de iniciación	<u>320</u>
11.2	Acta de entrega del anticipo	<u>320</u>
11.3	Acta de entrega de documentos	<u>320</u>
11.4	Acta de recibo parcial de los trabajos	<u>320</u>

11.5	Acta de recibo provisional de obra	<u>321</u>
11.6	Acta de reajuste y revisión de precios	<u>322</u>
11.7	Acta de prórroga del plazo de entrega	<u>323</u>
11.8	Acta de suspensión de la obra	<u>324</u>
11.9	Acta de reanudación de la obra	<u>325</u>
11.10	Acta de actividades no previstas	<u>325</u>
11.11	Acta de precios no previstos	<u>325</u>
11.12	Acta de convenios, acuerdos o pactos	<u>326</u>
11.13	Acta de recibo final de las obras	<u>327</u>
11.14	Acta de entrega y recibo de la interventoría	<u>327</u>
11.15	Acta de liquidación del contrato	<u>327</u>
12.	Estudio de casos prácticos	<u>329</u>
12.1	Concepción, preparación, planeación y ejecución de un proyecto en adecuación de tierras	<u>329</u>
12.2	Interventoría en la programación y control de la ejecución de un proyecto de adecuación de tierras	<u>344</u>
12.3	Determinación del AIU	<u>350</u>
12.4	Trabajo en el Microsoft Project	<u>351</u>
	Referencias	<u>353</u>
	Índice de tablas	<u>361</u>
	Índice de cuadros	<u>363</u>
	Índice de figuras	<u>365</u>
	Índice de temático	<u>367</u>

Índice general

1. Electrostática y Ley de Coulomb	1
1.1. Electrostática	1
1.2. Carga eléctrica	1
1.3. Ley de Coulomb	2
1.4. Campo eléctrico	5
1.5. Ejemplos	5
2. Flujo de campo eléctrico y Ley de Gauss	39
2.1. Flujo eléctrico	39
2.2. Ley de Gauss	40
2.3. Ejemplos	41
3. Energía potencial y potencial eléctrico	53
3.1. Trabajo y energía potencial	53
3.2. Potencial eléctrico	54
3.3. Superficies equipotenciales	60
3.4. Ejemplos	61
4. Capacitancia eléctrica	77
4.1. Acople de capacitores	82
4.2. Capacitores con dieléctrico	84
4.3. Ejemplos	85
5. Corriente y circuitos de corriente continua	93
5.1. Resistencia eléctrica, ley de Ohm	93
5.2. Acople de resistores	96
5.3. Ejemplos	99
5.4. Energía y potencia	102
5.5. Circuitos de corriente continua	103
5.6. Ejemplos	104
6. Campo magnético	119
6.1. Introducción	119
6.2. Flujo de campo magnético	120
6.3. Fuerza magnética	121
6.4. Ejemplos	124
6.5. Fuentes de campo magnético	136
6.6. Ejemplos	138
6.7. Ley de Ampere	162
6.8. Ejemplos	162
7. Inductancia	167
7.1. Introducción	167
7.2. Ley de inducción de Faraday: <i>fem</i> de movimiento	167
7.3. Ejemplos	169
7.4. Relación entre la <i>fem</i> y campo eléctrico no estático	172

7.5. Ejemplos	172
7.6. Autoinductancia: Inductancia mutua	179
7.7. Circuitos con inductores	183
A. Unidades y constantes fundamentales	193
A.1. Unidades: Sistema Internacional (SI)	193
A.2. Constantes físicas	193
A.3. Constantes	194
B. Trigonometría	195
B.1. Funciones trigonométricas	195
B.2. Geometría analítica	196
C. Calculo diferencial e integral	199
C.1. Deriva de una función	199
C.2. Integrales indefinidas	200
C.3. Integrales de probabilidad	200
C.4. Operador Laplaciano (∇^2) del potencial eléctrico V	200
Índice alfabético	204

Energía y ambiente

Contenido

Presentación	13
Introducción	15
CAPÍTULO 1	
SISTEMAS ENERGÉTICOS	17
1.1 Generalidades	17
1.2 Sistemas termodinámicos	19
1.3 Formas de energía fundamentales	20
1.3.1 Energía Interna (U)	20
1.3.2 Energía cinética (E_c)	21
1.3.3 Energía potencial (E_p)	21
1.3.4 Trabajo (W)	21
1.3.5 Calor (Q)	24
1.3.6 Capacidad calorífica (C_p)	26
1.3.7 Calor específico (C_e)	27
1.3.8 Entalpía (H)	29
1.4 Transformaciones de energía aplicadas	30
1.5 Termoquímica, calor de reacción	30
1.6 Metodología para evaluar el balance de masa y energía de un sistema	33
1.7 Formas de distribución de la energía: Electricidad, fluidos de calentamiento y de enfriamiento	37
1.8 Ejercicios resueltos	40
1.9 Ejercicios propuestos	46
CAPÍTULO 2	
EQUIVALENTE ENERGÉTICO	47
2.1 Generalidades	47
2.2 Cálculos básicos de ingeniería para expresar la composición de mezclas y disoluciones	50
2.3 Calor de combustión	53
2.4 Definiciones utilizadas en las reacciones de combustión	55
2.5 Análisis de los productos de la combustión	58
2.6 Cálculos básicos en la reacción de combustión	60
2.7 Ejemplos resueltos	61
2.8 Equivalente energético	71
2.8.1 Sustitución de combustibles: Caso de estudio	72
2.8.2 Ejemplos resueltos	72
2.9 Ejercicios propuestos	76

CAPÍTULO 3	
TERMODINÁMICA APLICADA A LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS	79
3.1 Generalidades	79
3.2 Propiedades físicoquímicas y termodinámicas del agua	79
3.3 Propiedades coligativas de las soluciones	84
3.3.1 Descenso de la presión de vapor del solvente	84
3.3.2 Aumento del punto de ebullición	85
3.3.3 Descenso del punto de congelación de las soluciones	87
3.3.4 Ósmosis y presión osmótica	88
3.4 Solubilidad de gases en líquidos	89
3.5 La importancia del CO ₂	93
3.6 Ejercicios resueltos	96
3.7 Ejercicios propuestos	104
CAPÍTULO 4	
RECURSOS ENERGÉTICOS CONVENCIONALES	107
4.1 El carbón	107
4.1.1 Composición del carbón	108
4.1.2 Clasificación del carbón	111
4.1.3 Caracterización del carbón	114
4.1.4 Reservas mundiales y nacionales de carbón	120
4.1.5 Explotación y transporte	122
4.1.6 Pretratamiento	124
4.1.7 Procesos de transformación	125
4.1.8 Generación de energía	128
4.1.9 Carbón y ambiente	129
4.1.10 Ejercicio resuelto	132
4.2 El petróleo	135
4.2.1 Formación	136
4.2.2 Composición	137
4.2.3 Reservas de petróleo y de gas natural	137
4.2.4 Exploración	139
4.2.5 Perforación	139
4.2.6 Producción	143
4.2.7 Transporte por oleoductos	148
4.2.8 Refinación	148
4.2.9 Transporte de hidrocarburos refinados	151
4.3 Gas natural	155
4.3.1 Tratamiento de gas natural	157
4.3.2 Transporte de gas natural	160
4.4 Medio ambiente, petróleo y gas natural	163
4.4.1 Efectos ambientales de los derrames	162
4.4.2 Origen de las aguas aceitosas	163
4.4.3 Etapas en el tratamiento de aguas residuales aceitosas	164
4.4.4 Control de derrames	167

CAPÍTULO 5

ENERGÍA ELÉCTRICA	175
5.1 Generalidades	175
5.2 Principios de conversión de energía electromecánica	177
5.3 Máquina eléctrica	184
5.4 Principios generales de las máquinas eléctricas	186
5.5 Conversión electromecánica de energía	189
5.6 Transformadores eléctricos	189
5.7 Generadores eléctricos	194
5.8 Motores	197
5.9 Generación hidráulica	200
5.9.1 Centrales hidroeléctricas	206
5.9.2 Impacto ambiental de la generación hidroeléctrica	213
5.10 Ejercicio resuelto	214
5.11 Generación termoeléctrica	216
5.11.1 Máquina térmica	216
5.11.1.1 Central termoeléctrica	218
5.11.1.2 Planta eléctrica	222
5.11.1.3 Termoeléctricas de ciclo combinado	222
5.12 Generación eléctrica en Colombia	223
5.12.1 Distribución de la capacidad efectiva neta en Colombia	226
5.12.2 Estructura del mercado	226

CAPÍTULO 6

ENERGÍA DE BIOMASA	227
6.1 Generalidades	227
6.2 Origen y características de la biomasa	229
6.3 Transformaciones energéticas en la biomasa	232
6.4 Tecnologías para el aprovechamiento energético de la biomasa	236
6.4.1 Procesos bioquímicos	237
6.4.1.1 Principios biológicos	237
6.4.1.2 Transformaciones anaeróbicas	240
6.4.1.3 Compostaje aerobio	244
6.4.1.4 Comparaciones de procesos biológicos	245
6.4.1.5 Fermentación	246
6.4.2 Procesos termoquímicos	249
6.4.2.1 Combustión	249
6.4.2.2 Incineración	250
6.4.2.3 Pirólisis	252
6.4.2.4 Gasificación	254
6.4.3 Procesos fisicoquímicos	256
6.5 Biocombustibles	260
6.5.1 Bioetanol	262
6.5.1.1 Materias primas para la producción de etanol	264
6.5.1.2 Tecnología de producción de alcohol carburante	264
6.5.1.3 Tecnologías para la obtención de monosacáridos y disacáridos fermentables	266

6.5.2 Biodiésel y biofuel	268
6.5.2.1 Biodiésel en el mundo	269
6.5.2.2 Biodiésel en Colombia	271
6.5.2.3 Materias primas	276
6.5.2.4 Proceso productivo	279
6.5.2.5 Indicadores de eficiencia másica y energética	282
6.6 Ejercicio resuelto	283
CAPÍTULO 7	
FUNDAMENTOS DE ENERGÍAS ALTERNAS	289
7.1 Generalidades	289
7.2 Biodigestores	290
7.3 Energía solar	296
7.3.1 La conversión fotovoltaica	297
7.3.2 La conversión fototérmica	298
7.3.3 La climatización y la calefacción de ambientes	301
7.3.4 Sistemas de calefacción solar	301
7.4 La energía eólica	302
7.5 Pequeñas centrales hidráulicas (PCH)	305
7.6 La energía geotérmica	306
CAPÍTULO 8	
CONSTRUCCIÓN Y AHORRO ENERGÉTICO: DISEÑO BIOCLIMÁTICO	307
8.1 Generalidades	307
8.2 La problemática de la edificación y la sostenibilidad del sector de la construcción en el contexto energético	307
8.3 La arquitectura bioclimática	309
8.4 Definición del ambiente cómodo y del clima local	312
8.5 Evaluación y diseño bioclimático	316
8.6 La arquitectura solar, la construcción biológica y la construcción solar biológica	322
8.6.1 Captación del sol	324
8.6.2 Almacenamiento de calor	325
8.6.3 Distribución de calor	325
8.6.4 Conservación de calor	326
8.6.5 Tipología de las edificaciones solares pasivas	326
8.7 Propiedades energéticas de los materiales	331
8.7.1 Cálculo del aislamiento térmico	333
8.8 Sombreado	336
8.9 Ventilación	336
8.9.1 Cálculo de la ventilación	338
Apéndice	341
Bibliografía	369

Promoting Sustainable Practices through Energy Engineering and Asset Management

Table of Contents

Preface.....	xv
--------------	----

Section 1

Wind, Solar, and Other Renewable Energies

Chapter 1

Decision Support System for Wind Farm Installation Using Bipolar Analysis.....	1
--	---

Yasmina Bouzarour-Amokrane, Université de Toulouse, France

Ayeley P. Tchangani, Université de Toulouse, France

François Pérès, Université de Toulouse, France

Chapter 2

Decreasing Wear of Large Vertical Axis Wind Turbines by Employing a Multi-Level Turbine	
---	--

Concept.....	22
--------------	----

Jan H. Wiśniewski, Warsaw University of Technology, Poland

Chapter 3

Assessing the Profitability of Changing a Turbine for a Hydroelectric Power Plant Based on	
--	--

Long-Period Water Gauge Readings.....	35
---------------------------------------	----

Jan H. Wiśniewski, Warsaw University of Technology, Poland

Bartosz M. Olszański, Warsaw University of Technology, Poland

Chapter 4

An Overview to Thermal Solar Systems for Low Temperature: Outlining the European Norm	
---	--

12976.....	54
------------	----

Vicente González-Prida, University of Seville, Spain

Anthony Raman, NTEC Tertiary Group, New Zealand

Chapter 5

A Reliability Test Installation for Water Heating Solar Systems: Requirements and Design	
--	--

According to the European Norm 12976.....	91
---	----

Vicente González-Prida, University of Seville, Spain

Anthony Raman, NTEC Tertiary Group, New Zealand

Chapter 6

Electricity Production from Small-Scale Photovoltaics in Urban Areas	124
--	-----

Constantinos S. Psomopoulos, Piraeus University of Applied Sciences (TEI of Piraeus), Greece

George Ch. Ioannidis, Piraeus University of Applied Sciences (TEI of Piraeus), Greece

Stavros D. Kaminaris, Piraeus University of Applied Sciences (TEI of Piraeus), Greece

Chapter 7

The Topicality and the Peculiarities of the Renewable Energy Sources Integration into the Ukrainian Power Grids and the Heating System.....	162
---	-----

Vira Shendryk, Sumy State University, Ukraine

Olha Shulyma, Sumy State University, Ukraine

Yuliia Parfenenko, Sumy State University, Ukraine

Section 2

Bordering Topics about Asset Management and Green Energies

Chapter 8

A System Safety Analysis of Renewable Energy Sources	194
--	-----

Warren Naylor, Independent Researcher, USA

Chapter 9

Predictive Maintenance for Quality Control in High Precision Processes	204
--	-----

María Carmen Carnero, University of Castilla – La Mancha, Spain

Carlos López-Escobar, Aluminium Company of America (ALCOA), Spain

Rafael González-Palma, University of Cádiz, Spain

Pedro Mayorga, Electrical Technology Institute (ITE), Spain

David Almorza, University of Cádiz, Spain

Chapter 10

Retrospection of Globalisation Process and the Sustainability of Natural Environment in Developing Countries	244
--	-----

Shahul Hameed, Te Wananga o Aotearoa, New Zealand

Chapter 11

Clean Technology Industry: Relevance of Patents and Related Service Providers	263
---	-----

Liina Tonisson, Fraunhofer MOEZ, Germany

Lutz Maicher, University of Jena, Germany & Fraunhofer MOEZ, Germany

Chapter 12

Mathematical and Stochastic Models for Reliability in Repairable Industrial Physical Assets	287
---	-----

Pablo A. Viveros Gunckel, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile

Adolfo Crespo Márquez, Universidad de Sevilla, Spain

Fredy A. Kristjanpoller, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile

Rene W. Tapia, RelPro SpA, Chile

Vicente González-Prida, Universidad de Sevilla, Spain

Chapter 13

Challenges in Building a Green Supply Chain: Case of Intel Malaysia 311

Yudi Fernando, Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Kurtar Kaur, Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Ika Sari Wahyuni-TD, Andalas University, Indonesia

Chapter 14

Low Carbon Footprint: The Supply Chain Agenda in Malaysian Manufacturing Firms 324

Muhammad Shabir Shaharudin, Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Yudi Fernando, Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Chapter 15

Review of Supply Chain Integration on Green Supply Chain Management (GSCM) 348

Alia Nadhirah Ahmad Kamal, Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Yudi Fernando, Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Compilation of References 369

About the Contributors 393

Index 400

Using Decision Support Systems for Transportation Planning Efficiency

Table of Contents

Foreword	xvi
----------------	-----

Preface	xviii
---------------	-------

Section 1 Transport Mode Specific Decision Support Systems

Chapter 1

An Optimization-Based Decision Support Framework for Robust Airline Crew Pairing Process	1
--	---

Bülent Soykan, Old Dominion University, USA

Serpil Erol, Gazi University, Turkey

Chapter 2

An Artificial Neural Network Model as the Decision Support System of Ports	36
--	----

Can Elmar Balas, Gazi University, Turkey

Chapter 3

Efficiency Analysis of Turkey's Transportation System Using Decision Support Model: Data	
--	--

Envelopment Method	61
--------------------------	----

Adnan Sozen, Gazi University, Turkey

Fatih Cipil, Turkish National Police, Turkey

Chapter 4

Determination of Work Zone Capacity Using ELM, MPMR and GPR	93
---	----

Sangeeta Roy, Vit University, India

J. Jagan, Vit University, India

Pijush Samui, Vit University, India

Chapter 5

The Evolution of Logistics Hubs and a Conceptual Framework for Logistics Hubs Location	
--	--

Decisions	112
-----------------	-----

Serpil Erol, Gazi University, Turkey

Aykut Süreyya Duyguvar, Turkish Military Academy, Turkey

Section 2 Decisions in Urban Transportation

Chapter 6

- A Web Based Decision Support System (DSS) for Individuals' Urban Travel Alternatives..... 145
Ebru V. Ocalir-Akunal, Gazi University, Turkey

Chapter 7

- Modeling the Change of Urban Spatial Structure: Use Interzonal Travel Data to Estimate Urban Growth and Expansion by Hierarchical Cluster Analyses 168
Darcin Akin, Gediz University, Turkey
Serdar Alasalvar, Istanbul Greater Metropolitan Municipality, Turkey

Chapter 8

- Analytical Hierarchy Process (AHP) based Decision Support System for Urban Intersections in Transportation Planning..... 203
Yetis Sazi Murat, Pamukkale University, Turkey
Turan Arslan, Uludag University, Turkey
Ziya Cakici, Pamukkale University, Turkey
Cengiz Akçam, General Highway Directorate, Turkey

Chapter 9

- Understanding Accessibility: Accessibility Modeling With Geographical Information Systems (GIS) 223
Kivanc Ertugay, Selcuk University, Turkey
Sebnem H. Duzgun, Middle East Technical University, Turkey

Section 3 Sustainability/ Environmental Risks of Transport

Chapter 10

- Sustainable Transport System: Transport On-Demand 259
Maria Spichkova, RMIT University, Australia
Margaret Hamilton, RMIT University, Australia

Chapter 11

- Smart Technologies for Sustainable Mobility..... 288
Ozge Yalciner Ercoskun, Gazi University, Turkey

Chapter 12

- Integrating Spatial Planning of Protected Areas and Transportation Infrastructures 311
Mihai Răzvan Niță, University of Bucharest, Romania
Mihăiță Iulian Niculae, University of Bucharest, Romania
Gabriel Ovidiu Vânău, University of Bucharest, Romania

Chapter 13

Multi-Objective Optimizer for Multimodal Distribution Networks: Operating Cost, Carbon

Footprint and Delivery Time 330

Mauro Gamberi, University of Padova, Italy

Marco Bortolini, University of Bologna, Italy

Francesco Pilati, University of Padova, Italy

Alberto Regattieri, University of Bologna, Italy

Chapter 14

A Literature Survey for Hazardous Materials Transportation 371

Serpil Erol, Gazi University, Turkey

Zafer Yilmaz, Turkish Military Academy, Turkey

Chapter 15

A Tool for GIS Based Risk Analysis for Transportation of Dangerous Goods on Road (the

RAGISADR): A Case Study for Fuel Products 394

Serhan Karabulut, Turkish Land Forces, Turkey

Ebru V. Ocalir-Akunal, Gazi University, Turkey

Compilation of References 416

About the Contributors 466

Index 472

Hydraulic Equipment and Support Systems for Mining

Table of Contents

Preface	v
Chapter 1: Industrial Mechanical Engineering and Mining Machinery	
Forecast of Blasting Fragmentation Distribution Based on BP Neural Network H. Gao and Z.L. Fu	3
Research on Nonlinear Dynamical Behaviors of Mine Hoist Transmission System under External Excitation C. Jia, Y.S. Li, B.H. Wang, S.S. Zhao and X. Li	9
Study on Belt Conveyor Direct Driven by External-Rotor PMSM G.H. Feng, J.Y. Yu, B.Y. Zhang, B. Wang and H.G. Sun	14
Parametric Modeling of Transition Tube with Constant Section Area along Straight, Circular and Oblique Central Route on CATIA X.B. Meng, L. Wang and Z.J. Pan	18
Study on Mine Hoist Driven by PMSM of Low Voltage and Multi-Branch B.Y. Zhang, Q.X. Li, G.H. Feng, B. Wang and H.G. Sun	22
Impact Dynamic Analysis of Horizontally Vibrated Conveyor with Coulomb Friction Modeling C.S. Song, Q.M. Huang, Z. Gao and J. Xu	26
Dynamic Characteristics of the Backhoe Excavator Bucket Based on Pro/E and ANSYS C.H. Wang, Y. Gao, Y.Y. Zhang and C.L. Li	30
Following Straightly Control Strategy and Testing for Split Platform in Roadway J.Y. Zhao, F.L. Chen and R. Guo	34
Finite Element Modal Analyses of the WK-10B Excavator Stick M. Su, C.T. Liu and W.S. Zhang	39
Automatic Connection of GPIB Communication Protocol for Manufacturing System C.R. Choi, H.Y. Jeong and H.G. Choi	43
Spindle Static and Dynamic Characteristics Analysis of Precision CNC Turning Center C.G. Guo, L.G. Bai, B.L. Zheng and Y.S. Pan	47
A Control Method Research of Parallel Mechanisms H. Chen and Y.B. Ni	51
Study on Using Independently Developed Equipment for Mine's Axial-Flow Main Ventilator Performance Test W.Y. Ni and Z.Z. Meng	56
Simulation Analysis on Strength of Bucket Tooth with Various Soil Y.Y. Zhang, F. He, C.L. Li, Y. Gao and P. Gao	62
Finite Element Analysis Based on the CATIA Mine Car Engine Connecting Rod Z.X. Pu and X.Y. Yang	66

Failure Analysis and Structure Improvement of Beam of Liner Vibrating Screen C.L. Li, F. He, Y.Y. Zhang, Y. Gao and P. Gao	69
Finite Element Analysis and Optimization Design of ZY5600-16-34 Hydraulic Support's Shield Beam Z.X. Pu and Q.G. Deng	74
The Design of Intelligent Charger for Electric Car Y.J. Sun, M. Xiao, N.N. Li and C.Y. Yang	78
Study of Mine Air Compressors' Remote Monitoring and Fault Diagnosis Expert System H. Wang, H.J. Wang, D. Zhao and L. Yang	81
Data Acquisition System Based on uC/OS-III Embedded System W.H. Li, J.Y. Zheng and C. Yu	85
The Remote Monitoring and Fault Diagnosis System of Coal Mine Main Fan H. Wang and D. Zhao	90
Temperature Monitoring System Research of Hoist Brake Shoe Y.D. Sha and J. Hou	94
Dislocation Distribution Functions of the Edges of Mode I Crack under Several Boundary Conditions Y.T. Wang, N.C. Lü, C.Y. Wang and J. Cheng	98
Research on Data Automotive Oscilloscope System Based on μC/OS-II of the LPC2132 Y.G. Chen and W.J. Su	103
Study of Flow Characteristics and Control Circuit on High-Speed Solenoid Valve W.H. Li and W.L. Shao	107
Horizontal Axis Wind Turbine Numerical Simulation of Two Dimensional Angle of Attack J.M. Yu, Y.H. Yu and P.P. Liu	111
Key Parts Structure Optimum Design of Plow B. Zhu and H. Li	115
Fuzzy Reliability Calculation of Rolling Bearing's Life C.H. Wang and H. Qu	119
Research on Data Fitting for Air Circulation Amount of Closed Underground Refuge Systems M.B. Piao, Z.F. Wang and L.J. Wang	123
Finite Element Analysis of the Pillar of Serf-Motion Assistanced Powered Support Equipment for Tunneling Machine Based on ANSYS L.J. Luan, M.J. Ma, X.Y. Gu, J.F. Qi, H.L. Xu and L.Z. Yao	127
Research of Mine Drainage Automatic Control System Based on PLC L.Z. Ren, X. Zhang, Y. Zhang and L. Liu	131
Transient Dynamics Analysis of Hammer Rod Impact Based on ANSYS J.J. Wang, X.H. Cui, W.X. Xu, M. Xie and J. Meng	135
Application of VOF Interfacial Tracking Model to Condensation Heat Transfer J.X. Zhang and X.L. Xu	139
Optimal Operational Planning of Utility Systems of Petrochemical Industry W.Z. Dai, Y. Liu and X.L. Yang	143

Finite Element Analysis of the Base of the Auxiliary Supporting Equipment of the Self-Propelled Road Header Based on ANSYS	
L.J. Luan, J.F. Qi, M.J. Ma, X.Y. Gu and L.Z. Yao	147
Research on the Application of Mo-Ni Ore Pre-Discarding Tailings by Small-Diameter Hydrocyclone	
Y.Q. Luo, R.C. Ren and C.X. Li	151
Study on the New SVPWM Method for Three-Level Inverter of Brushless Doubly-Fed Machine	
Y. Liu, X. Wang, Y. Xing and D. Yang	156
Dynamic Analysis on the Longitudinal Roadheader's Cutting System	
X.H. Wei and M. Xie	160
Research of Moving Table with Aluminum Foam-Filled Structure	
P. Xu, Z. Xiao, H.N. Tan and Y.H. Yu	164
Crash Safety and Light Quality of Automobile Bumper Made of Tube Filled with Foam Aluminum	
Y.H. Yu, H.N. Tan, K. Yang and P.P. Wang	168
Application of Co-Simulation in Noise and Vibration Analysis of Shearer	
L.J. Zhao and Z. Tian	172
Creative Design of High Pressure Sealing Structure	
X.H. Liu, X.Y. Yao, H.D. Liao, F. Li and T.Y. Liu	176
Research on Four Crawler Dual-Arm Walking Mechanism of Rescue Vehicle	
X.L. Song, J.L. Wang, W.X. Xu, J. Meng and M. Xie	180
The Selection of High-Power Shearer Output Shaft Bearing and the Roller Bearing Selecting Expert System	
L.J. Zhao and L. Chen	184
Thermal Load Analysis of a Brake Disc for a 220t Mining Dump Truck	
X.F. Li, W.B. Ni and X.M. Wang	188
Based on Pro/Toolkit Parametric Design of the Longitudinal Roadheader Cutting Head	
L.J. Zhao, Z.J. Wu and Z. Tian	195
IEC61850-Based Analysis of Coal Mine Ground Transformer Substation Integrated Automation Communication System	
Y.X. Gao	199
Application of SPH in Numerical Simulation of Roadheader Hard Rock Cutting	
L.J. Zhao, Z.H. Zhou, Q.Z. Guan, Z. Tian and X.H. Che	203
Numerical Simulation and Test Research on Knurl Interference Connection	
J.J. Zhao, Z.J. Lu and S.C. Xie	207
Design of Drilling-Slotting Equipment with High-Pressure Water Jet for Coal Bed	
Z. Tang, Y.S. Pan, S.Q. Gong and J.P. Tang	213
Effect Research of Leg Arrangement Mode for Mechanics Analysis of 2-Legs Shield Powered Support	
M.Z. Li, Y.Q. Niu, J.X. Xin and C.Y. Wang	218
Analysis of the Strength and Reliability of Hydraulic Support with Finite Element Method	
D.G. Hu and X. Fan	225

Numerical Simulation Analysis of the Nanyangpo Coal Mine Anchor Support Method	
M.C. Zhang, P.C. Fei and D.L. Zou.....	231
Review of the Development of Dry Coal Preparation Theory and Equipment	
H.L. Dong, C.S. Liu, Y.M. Zhao and L.L. Zhao	239
Study on Reducing PM Emission and Regenerating DPF of NTP System in Diesel Engines	
S.L. Wei, Y.X. Cai, X.H. Li, J. Wang and P. Wang.....	244
Study of the Wheel of Abrasive Belt Based on Forming Polishing Technology	
K. Wang, Z.Q. Zhao and X.W. Sun.....	249
Floor Destruction Characteristic Study of Confined Water Effected by Mining Conditions	
L.B. He and B. Hou	253
Fault Diagnostic of Electro-Hydraulic Servo Valve	
H.Y. Pan, S.A. Liu, Y.M. Yao and Y.L. Jiang.....	259
Simulation on Slinging and Reshipment System in Mine	
J.X. Li, Z.Q. Jin, R.Q. Wang and Z.M. Kou.....	264
Study of a New High Frequency Moving Coil Linear Force Motor for Electro Hydraulic Servo Valve	
J.H. Chen and F.Y. Yang	270
The Weight Reduction Optimization of Jaw Crusher about Moving Jaw Based on Parametric Finite Element Analysis	
C.L. Yang, D.M. Huang, J.F. Xiong and X.H. Liu.....	275
Structure Optimization on Sensitivity Analysis for Ultra-Supercritical Bypass Valve	
L. Yu and S.R. Yu.....	282
Review of Coal Tar Preparation and Processing Technology	
J.X. Zhang.....	286
Design and Simulate the Wedge Rope Locking Mechanism on the Basis of ANSYS	
Y.J. Zhang, Z.M. Kou, B.F. Kou and J. Zhang.....	290
Design of Proportional Adding Equipment of Mine-Used Dust-Fall Agent	
B.S. Nie, W.X. Hu, Y.F. Zhou and J.H. Guo.....	298
Control System Design of the Vehicle Mounted Hammer Source Based on PLC	
H.Y. Wang, W.S. Xiao, X.J. Lin and X.F. Wang.....	302
The Symplectic System for the Analytical Solutions of Skew Plate	
Y.C. Wang and Y.Z. Yang.....	306
Thermodynamic Analysis for Organic Rankine Cycle Recovery System in Industrial Waste Heat	
X.L. Yang, W.Z. Dai and C.Z. Ren	310
Design and Analysis of the Six Systems of Refuge Chamber in Coal Mine	
Y.Q. Wang, X.J. Chen, Z.G. Li and L. Deng.....	315
Design of Remote Control Robot System	
Y.J. Huang, Z.L. Li and Z.C. Huang.....	321
Design of a Teaching Robot with Three Degrees of Freedom	
Y.J. Huang, Z.L. Li and Z.C. Huang.....	325

The Study of Fuzzy Clustering Analysis in the Determination of Assembly Process for Hull Block Module	
B.C. Li and Y. Liu.....	329
Numerical Simulation of Dynamic Emergency Rescue and Regularities during Mine Fire Period	
Z.A. Jiang and W. Yi	336
Research of Rock Mechanical Mechanics in Steeply Dipping Seam Mining	
J. Liu and G.W. Yue	342
Experimental Study on Mechanical Characteristics of the End Plates of Lebus Drum	
Y. Hu, J. Tang and J.Q. Hu.....	347
Research on Module Selection Method in the Modular Design of CNC Machine Tool	
C.B. Zhang, P.J. Wang, Z.Q. Sheng and Y.X. Liu	351
Stuck-Point Calculation for Exploration Core Drilling with Application of Full-Hydraulic Drill Rig	
T. Wang.....	355
The Research on Instant Contact Deformation of Round Link Chain Based on Symmetric Penalty Function Method	
W.K. Li and J. Mao.....	361
Finite Element and Modal Analysis of Key Components of Horizontal Vibrating Centrifuge	
L.Z. Ren, L.L. Zeng and X. Zhang	365
Study on Life and Efficiency of Bearing of Planetary Gear Reducer of Less Tooth Difference with Biasing Crankshaft	
Q. Xu, Q.S. Xu and D.Y. Xu	370
Design of an Intelligent Fire-Fighting Robot	
Z.L. Li, Z.C. Huang and X.L. Deng.....	376
Design of a Type of Handling Robot	
Z.L. Li, Z.C. Huang and X.L. Deng.....	380
Design of a Welding Robot Based on Fischertechnik Combination Model Platform	
H. Peng and Z.C. Huang	384
The Structure Design of Slit-Charge for Directional Fracture Controlled Blasting in Stone Drifting	
R.S. Yang, X.T. Gao, G.Q. Liu, X. Li and D.Y. Hao	388
Design and Dynamic Analysis of a Carrier Blot Based on ADAMS	
Y. Ma	393

Chapter 2: Hydraulic Equipment and Technology

Study on Coordinated Control Theory of Shield Thrust Hydraulic System	
H.H. Feng, K. Chen, X.D. Wu, F.Y. Li and Z.F. Wang	399
Control System Analysis of Hydrodynamic Retarder of Heavy Truck	
L. Li, W.X. Ma, W. Cai, Y.X. Chu, J.J. Song and Y. Zhang.....	406

Simulation Experiment of Roll Bending Machine in Valveless Servo System Y. Cao, X.Y. Tian, G.Q. Wu, Q.M. Li and Y.H. Wu	410
Research on the Simulation and Experiment of Semi-Active Suspension Y.J. Chen, J.J. Liu, G.H. Zheng, Y.F. Zhang and Y.J. Wang	415
Coordinate Analysis of the Characteristics of the New Servo Valve and its Work Condition T.T. Liu, H. Wang and G. Wang	419
Fault Tree Analysis on Hydraulic System Causing Fire of Heavy Self-Dumping Truck C. Su and W.J. Su	425
Research on Positive Control System with Synthetic Pilot Pressure of Excavator J.Z. Zhang, L.Z. Guan, K.K. Li and M. Shi	431
Hydraulic Control System Modeling and Simulation Based on the MSC. Easy5 L.J. Luan, X.M. Qi and J.Y. Ni	435
Simulation Analysis of Large Forging Equipment Cartridge Valve R.B. Dong, Z.C. Li, W.X. Xu and M. Xie	439
Decoupling Control of Secondary Regulation Loading System W. Jie, W. Hui and S. Meng	443
Diagnosis and Management of the Polluted Hydraulic Oil W.L. Kang and Y. Wang	447
Simulated Research for Effect of Mixer Shaft Speed on Flow Field in Mixing Machine W.L. Kang, X.Y. Gu and M.J. Ma	451
Based on Fluid Digital Transmission and Control Theory on Application of Digital Hydraulic Valve W.H. Li and Y.L. Du	455
Huge Forging Equipment Hydraulic System Dynamic Analysis M. Xie, J. Meng, W.X. Xu, R.B. Dong and J.L. Wang	459
Fault Diagnosis Expert System of Continuous Miner Hydraulic System X.H. Li, R.P. Tang, Y.D. Sha, S.W. Bai and J.H. Zhang	463
Dynamic Characteristic Analysis on Hydraulic Control System for Cutting System of Longitudinal Roadheaders X.H. Wei and M. Xie	467
Stability of Velocity-Loop-Based Hydraulic Control Loading System P.G. Qi, L.W. Zhao, P.C. Cong and H. Wang	472
The Roadheader Rear Support System Modeling and Mechanical-Hydraulic Coupling System Co-Simulation Research L.J. Zhao and X. Zhao	476
Electrode Feeding Speed Control and Experiment Research of ESR Furnace Based on S Style Control Curve C.Z. Wang and J.C. Song	480
Simulation Study on Hydraulic Assisted Steering System of Snake Mobile Conveyor D.S. Zhang, X.H. Liu, S.J. Gao and J. Du	485
Research on Hydraulic Cylinder Fault Diagnosis System Based on ARM X.X. Zhao, Z.M. Hu and Y.C. Shang	489

Thermodynamic Study on the Flow Valve Made of Different Material X.Y. Zhang and X. Chen.....	494
Design and Simulation of an Energy-Saving Hydraulic Oil Production System J.C. Song, G.G. Ren and L. Yang.....	498
Dynamic Simulation Research on Three-Position Four-Way Reversing Valve Y.L. Li, X.B. An and D.W. Zhu.....	503
Design and Theoretical Studies of Pulsatile Hydraulic Vertical Isolation Device H. Zeng, J.Y. Zhao and K. Wang.....	508
Hydraulic Test Bench Design on Travel Drive System of Platform Lorry E.Z. Song, M.L. Yin, C.X. Ji, J. Sun and C.S. Yin.....	512
Design and Realization of Durability Test-Bed for New Developed Hydraulic Pump C.L. Wang, Q.L. Zeng, Z.H. Liu and H.X. Kang.....	518
The Simulation Research on Travel-Driven System of Powered Platform Lorry E.Z. Song, C.X. Ji, M.L. Yin, J. Sun and C.S. Yin.....	522

Chapter 3: Materials Science

Tribological Properties of Ni-Cr-W Matrix High Temperature Self-Lubrication Composites Sintered by Hot Isostatic Pressing J.R. Sun, C.S. Li, H. Tang, J.Y. Liu and Z.C. Guo.....	531
Preparation and Tribological Properties of Nb_{1-x}Ti_xSe₂ Micro/Nanoparticles J.Q. Liang, C.S. Li, H. Tang, Y. Zhang, W.J. Li, Z.L. Hu and F. Wang.....	536
Experimental Study of Tensile Test of Line Fittings Steel under Low Temperature Q. Yin.....	541
Effects of Water-Borne Polyurethane on Calcium Silicate Hydrate and Toughness of Properties of Cementitious Composites B. Ding, X. Zhang, D.L. Zhou and C.W. Miao.....	545
Research on Wear Resistance of Mg₂Si Reinforced Hypereutectic Al-Si Alloy Composite Z. Liu and X.M. Liu.....	553
Comparison Analysis of Lower Temperature PCM on Phase Change Energy Storage Process at Different Models L. Qiu, R.P. Niu and M. Yan.....	557
Research on the Structure and Wear Properties of Grind-Hardened 42CrMo L.Y. Zhang, F.H. Sun and Y.H. Jiang.....	561
Research on the Properties of Grind-Hardening and Abrasion of 42CrMo Steel in Agricultural Diesel Engine Crankshaft K.M. Liu, L.Y. Zhang, Z. Ma and B. Liu.....	567
Prediction of Gas Emission Quantity Based on Least Square Support Vector Machine J.W. Yuan, K. Wang and X.G. Jiang.....	572
Study on the Performance and Process of Materials for Special Gas Cylinder S. Ren and C.C. Yu.....	577

Low Molecular Weight Compounds Contained in Coal and the Behaviors of Methane Adsorbed by Coal at Isothermal High-Pressure Condition	
J.W. Yan.....	584
Preparation and Film-Substrate Stress Analysis of CVD Diamond Film	
Coating Tools	
Y.Y. Zheng, C.L. Zhang and X.X. Xu.....	589
Prepared for GaAs PHEMT Material	
Y.L. Li and R.X. Yang.....	594
Research on the Differences of the Pore Characteristics with Different Destroyed-Type Coals	
L.L. Qi, Z.F. Wang and H.M. Yang.....	598
Keyword Index	603
Author Index	609

Redes eléctricas de Kirchhoff

Indice

Prólogo.....	7
1. Corriente eléctrica.....	9
Introducción.....	9
Carga eléctrica.....	9
Corriente eléctrica.....	9
Conductores y aislantes.....	11
Densidad de corriente.....	12
Ecuación de continuidad.....	14
Corrientes estacionarias.....	15
Tubos de corriente.....	15
Primera ley de Kirchhoff.....	16
Campo eléctrico.....	17
Conductores isótropos.....	18
Conductividad.....	20
Corriente eléctrica en hilos conductores isótropos.....	21
Generadores.....	22
Resistencia eléctrica.....	26
Hilos en serie.....	26
Circuito eléctrico.....	27
Potencia eléctrica.....	29
Formas de crear fuerza electromotriz.....	33
Segunda ley de Kirchhoff.....	34
Autoinducción.....	35
Condensadores.....	38
Problemas.....	41
2. Redes de Kirchhoff.....	61
Teoría de Circuitos y Teoría de las Redes de Kirchhoff.....	61
Ramas.....	61
Redes.....	62
Ramas en serie y ramas en paralelo.....	63
Conjuntos de corte.....	63
Caminos cerrados y mallas.....	64
Árboles.....	65
Intensidades de Kirchhoff.....	67
Propiedades de las redes de intensidades de Kirchhoff.....	69
Redes de intensidades de Kirchhoff sin mallas.....	71
Redes de Intensidades de Kirchhoff con mallas.....	72
Teorema de caracterización de intensidades de Kirchhoff.....	73
Tensiones de Kirchhoff.....	75
Teorema de caracterización de tensiones de Kirchhoff.....	78
Redes de Kirchhoff.....	80
Redes de Kirchhoff equivalentes.....	80

Potencia de Kirchhoff de una rama	83
Teorema de Tellegen.....	84
Fuentes de tensión y fuentes de intensidad	87
Análisis de redes de Kirchhoff.....	90
Método de las mallas.....	92
Método de los nudos	95
Problemas	97
 3. Multipolos	 109
Introducción	109
Multipolos.....	109
Teorema de la potencia de multipolos	111
Dipolos.....	115
Dipolos equivalentes.....	115
Dipolos bilaterales.....	116
Dipolos lineales	116
Dipolos equivalentes de dipolos en serie.....	117
Dipolos equivalentes de dipolos en paralelo.....	118
Dipolos de Thévenin y dipolos de Norton	120
Tensión de circuito abierto e intensidad de cortocircuito	121
Potencia de cortocircuito de un dipolo	122
Multipolos equivalentes	123
Multipolos lineales.....	124
Multipolos de Thévenin y multipolos de Norton	125
Terminales permutables.....	128
Solución de un acoplamiento de multipolos	129
Acoplamientos de multipolos de Thévenin y acoplamientos de multipolos de Norton	130
Multipolos en paralelo.....	132
Obtención de la relación tensiones-intensidades de multipolos de Thévenin y de Norton.....	135
Problemas	136
 4. Redes de impedancias.....	 155
Introducción	155
Análisis de redes de impedancias por el método de las mallas.....	155
Linealidad	158
Teorema de Norton.....	159
Análisis de redes de impedancias por el método de los nudos	162
Linealidad	165
Teorema de Thévenin	166
Redes de impedancias cuyas fuentes tienen un terminal común	168
Transformación de ramas con fuentes independientes	169
Teorema del polígono equivalente	171
Teorema de la estrella equivalente	174
Transformación estrella triángulo	175
Matrices de multipolos resistivos	177
Extracción de potencia de un dipolo resistivo.....	180
Problemas	184

5. Redes con inductancias y capacidades.....	219
Introducción.....	219
Régimen transitorio y régimen permanente	221
Dipolo <i>RL</i> serie con tensión constante.....	223
Dipolo <i>RL</i> serie con tensión cero.....	226
Dipolo <i>RC</i> serie con tensión cero	228
Dipolo <i>RC</i> serie con tensión constante	231
Dipolo <i>RLC</i> serie con tensión cero	233
Raíces reales distintas.....	235
Raíz doble.....	238
Raíces complejas	239
Energía.....	243
Dipolo <i>RLC</i> serie con tensión constante	244
Problemas.....	245
6. Redes con acoplamiento magnético	281
Introducción.....	281
Coeficiente de inducción mutua	281
Bobinas acopladas magnéticamente	282
Obtención de las ecuaciones de equilibrio	285
Puntos correspondientes.....	288
El transformador.....	291
Problemas.....	293
7. Análisis de Laplace.....	301
Introducción.....	301
Transformada de Laplace	301
Transformada de una constante	301
Transformada de una función lineal.....	302
Transformada de la función seno.....	302
Transformada de la función exponencial	302
Propiedades de la transformación de Laplace.....	303
Linealidad	303
Traslación en el tiempo	303
Traslación en el plano complejo.....	303
Cambio de escala	304
Transformadas de derivadas	304
Transformadas de integrales	305
Teorema del valor inicial	307
Teorema del valor final	307
Propiedades de la transformación inversa de Laplace.....	308
Linealidad	308
Traslación en el tiempo	308
Traslación en el plano complejo.....	308
Cambio de escala	308
Obtención de transformadas inversas de Laplace.....	308
Fórmula de Heaviside.....	314
Redes de Kirchhoff transformadas de Laplace	315
Impedancia en el dominio <i>s</i>	317
Transformada de la función pulso.....	322

Transformada de la función impulso. Función de Dirac.....	323
Transformadas de redes con acoplamiento magnético.....	328
Problemas	328
8. Redes sinusoidales.....	369
Introducción	369
Funciones sinusoidales del tiempo.....	370
Valor medio y valor medio cuadrático de una función sinusoidal.....	372
Suma de funciones sinusoidales de la misma frecuencia	373
Espacio vectorial S_ω	375
Derivación e integración de funciones sinusoidales	376
Funciones complejas de variable real.....	376
Espacio vectorial C_ω	377
Derivación e integración en C_ω	378
Isomorfismo f_ω	379
Resistencia con tensión sinusoidal.....	381
Dipolo RL con tensión sinusoidal.....	382
Dipolo RC serie con tensión sinusoidal.....	388
Dipolo RLC serie con fuente de tensión sinusoidal.....	394
Redes sinusoidales.....	398
Potencia instantánea y potencia activa.....	400
Potencia reactiva	405
Potencia aparente.....	407
Problemas	408
9. Análisis fasorial	437
Introducción	437
Fasores.....	437
Redes fasoriales de Kirchhoff.....	438
Impedancia compleja.....	439
Redes fasoriales con acoplamiento magnético	444
Potencia compleja.....	446
Potencia compleja que absorbe un multipolo.....	448
Factor de potencia de un multipolo.....	451
Extracción de la máxima potencia de un dipolo de impedancias....	453
Energía compleja.....	455
Aumento del factor de potencia de receptores.....	456
Líneas eléctricas resistivas.....	459
Problemas	463
10. Sistemas polifásicos.....	505
Introducción	505
Generador trifásico en estrella con cuatro hilos	505
Generador en estrella y tres hilos	510
Generador en triángulo	511
Determinación de la secuencia de fases de una línea trifásica.....	516
Potencia que absorbe un receptor trifásico	518
Medidas de potencias de receptores trifásicos	520
Otras medidas con dos vatímetros en cargas equilibradas	521

	681
Medida de potencia reactiva con un vatímetro	523
Medida de potencia reactiva con tres vatímetros	524
Corrección del factor de potencia de cargas trifásicas	525
Mínima pérdida de potencia en sistemas trifásicos.....	528
Componentes simétricas.....	530
Teorema de Fortescue o de Stokvis.....	531
Matriz de Fortescue.....	533
Grados de desequilibrio y de asimetría.....	534
Potencia y componentes simétricas	534
Sistemas bifásicos	535
Sistemas bifásicos equilibrados.....	537
Potencia que absorbe un receptor bifásico	539
Medida de la potencia de cargas bifásicas	541
Sistemas hexafásicos.....	542
Problemas.....	544
11. Análisis de Fourier.....	583
Introducción.....	583
Serie de Fourier.....	583
Valor de algunas integrales útiles	584
Cálculo de los coeficientes de Fourier	585
Desarrollos en serie de solo senos o solo cosenos.....	587
Forma exponencial de la serie de Fourier	589
Simetría de las formas de onda	591
Métodos gráficos	595
Espectro de líneas.....	596
Valor eficaz de una función a partir de su desarrollo de Fourier.....	597
Distorsión armónica	598
Potencia instantánea y potencia activa	599
Potencias reactivas y potencias aparentes.....	601
Intensidad por el hilo neutro de un sistema trifásico	602
Problemas.....	605
12. Respuesta a la frecuencia.....	623
Introducción.....	623
Resonancia serie	623
Variación de la impedancia y la intensidad con la frecuencia.....	623
Frecuencias de media potencia. Ancho de banda.....	625
Tensiones del circuito resonante serie.....	628
Resonancia de un circuito GLC paralelo.....	628
Variación de la admitancia y de la tensión con la frecuencia	629
Problemas.....	631
13. Redes de dos puertas.....	639
Introducción.....	639
Redes multipuerta	639
Potencia de Kirchhoff de una puerta	639
Potencia de puertas disjuntas.....	640
Redes de dos puertas.....	641
Redes de dos puertas lineales.....	643

Parámetros híbridos.....	645
Parámetros de transmisión.....	646
Redes de dos puertas simétricas.....	648
Redes de dos puertas en cascada.....	648
Impedancias iterativa y característica	649
Impedancias imagen.....	651
Tripolos como redes de dos puertas.....	652
Redes de dos puertas recíprocas.....	654
Problemas	655
Bibliografía.....	675
Índice.....	677
Índice alfabético.....	683