

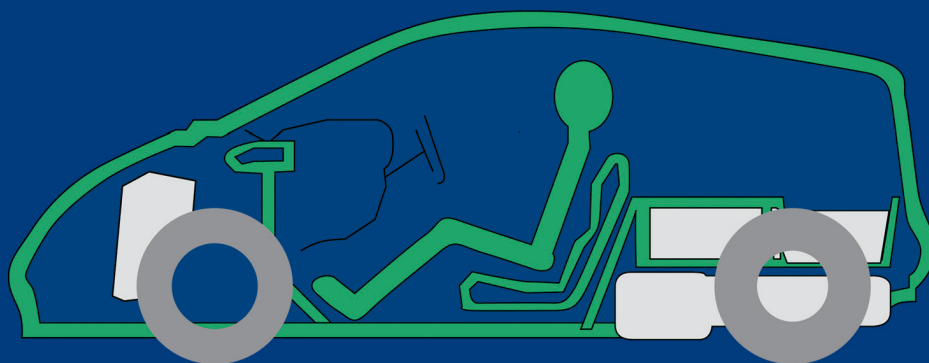
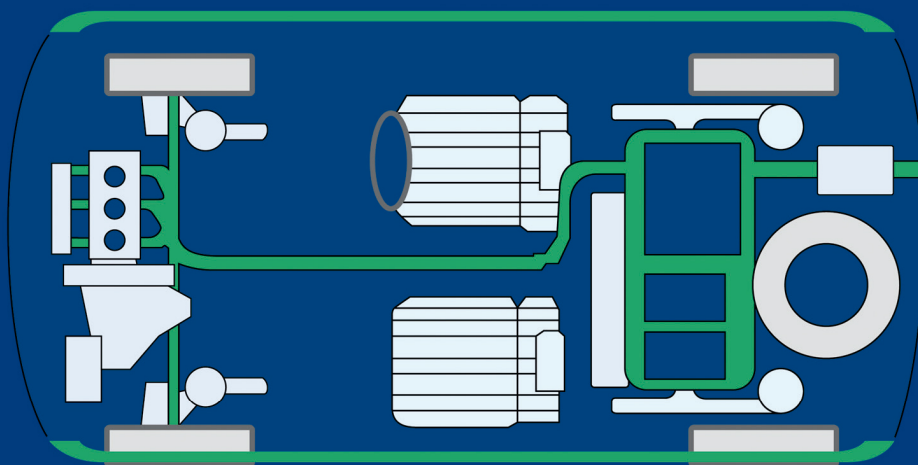
TOM DENTON

Sistemas Eléctrico y Electrónico del Automóvil

Tecnología automotriz: mantenimiento y reparación de vehículos

CUARTA
EDICIÓN

Apoyo en la



 Alfaomega

 **marcombo**
ediciones técnicas



Automóvil

Sistemas eléctrico y electrónico del automóvil

Cuarta edición

Tecnología automotriz: Mantenimiento y reparación de vehículos

Automóvil

Sistemas eléctrico y electrónico del automóvil

Cuarta edición

(Tecnología automotriz:
Mantenimiento y reparación de vehículos)



Tom Denton BA FIMI MSAE
MIRTE Edición certificada

 **Alfaomega**

 **marcombo**
ediciones técnicas

Sistemas eléctrico y electrónico del automóvil. Tecnología automotriz: mantenimiento y reparación de vehículos
Tom Denton

ISBN: 978-0-08-096955-8 de la edición original en Inglés *Automobile Electrical and Electronic Systems. Automotive Technology Vehicle Maintenance and Repair publicada por Routledge*. Taylor & Francis Group, 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN. Derechos reservados © 2012 Routledge. Taylor & Francis Group.

Derechos reservados © Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México Cuarta edición: Alfaomega Grupo Editor, México, diciembre de 2015

Primera edición: MARCOMBO, S.A. 2016

© 2016 MARCOMBO, S.A.

www.marcombo.com

«Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra».

ISBN: 978-84-267-2319-2

D.L.: B-6477-2016

Impreso en Ulzama Digital SL

Printed in Spain

Contenido



Prefacio	xxiii
Reconocimientos	xxv
Glosario de abreviaturas y acrónimos	xxvii

Capítulo 1 Desarrollo del sistema eléctrico del automóvil 1

1.1 Breve historia	1
1.1.1 ¿Dónde empezó todo?	1
1.1.2 Cronología	4
1.2 ¿Y dónde seguimos?	12
1.2.1 Actualidades	12
1.2.2 Sistemas autoeléctricos en el próximo milenio	12
1.2.3 Sistemas automotrices en el próximo milenio; "el conductor moderno"	13
1.2.4 Con los ojos puestos en el futuro	15
1.2.5 La muerte del automóvil. ¿Energía?	17

Capítulo 2 Principios de electricidad y de electrónica 19

2.1 Prácticas de trabajo con seguridad	19
2.1.1 Introducción	19
2.1.2 Evaluación y reducción de riesgos	19
2.2 Principios básicos de electricidad	19
2.2.1 Introducción	19
2.2.2 Flujo de electrones y flujo convencional	20
2.2.3 Efectos del flujo de corriente	21
2.2.4 Cantidades fundamentales	22
2.2.5 Descripción de los circuitos eléctricos	22
2.2.6 Conductores, aisladores y semiconductores	23
2.2.7 Factores que afectan la resistencia de un conductor	23
2.2.8 Redes de resistores y circuitos	23
2.2.9 Magnetismo y electromagnetismo	25
2.2.10 Inducción electromagnética	26
2.2.11 Inducción mutua	26
2.2.12 Definiciones y leyes	26
2.3 Componentes y circuitos electrónicos	29
2.3.1 Introducción	29
2.3.2 Componentes	29
2.3.3 Circuitos integrados	33

2.3.4	Amplificadores	34
2.3.5	Circuitos de puente	37
2.3.6	Disparador Schmitt	37
2.3.7	Temporizadores	38
2.3.8	Filtros	38
2.3.9	Par Darlington	40
2.3.10	Engrane de motor de avance	40
2.3.11	Conversión de digital a análogo	41
2.3.12	Conversión de análogo a digital	42
2.4	Electrónica digital	43
2.4.1	Introducción a los circuitos digitales	43
2.4.2	Compuertas lógicas	43
2.4.3	Lógico combinacional	44
2.4.4	Lógico secuencial	45
2.4.5	Temporizadores y contadores	46
2.4.6	Circuitos de memoria	47
2.4.7	Circuitos de reloj o astables	49
2.5	Sistemas microprocesadores	49
2.5.1	Introducción	49
2.5.2	Puertos	49
2.5.3	Unidad de procesamiento central (CPU)	50
2.5.4	Memoria	50
2.5.5	Buses	50
2.5.6	Secuencia de búsqueda y ejecución	51
2.5.7	Microprocesador común	51
2.5.8	Microcontroladores	53
2.5.9	Sistemas de prueba de microcontrolador	54
2.5.10	Programación	54
2.6	Medición	55
2.6.1	Qué es la medición	55
2.6.2	Sistema de medición	56
2.6.3	Fuentes de error en la medición	56
2.7	Sensores	58
2.7.1	Resistencias térmicas (termistores)	58
2.7.2	Termopares	59
2.7.3	Sensores inductivos	60
2.7.4	Efecto Hall	61
2.7.5	Indicadores de tensión	62
2.7.6	Capacitancia variable	63
2.7.7	Resistencia variable	64
2.7.8	Acelerómetro (sensores de golpeo)	66
2.7.9	Transformador diferencial variable lineal (LVDT)	68

2.7.10	Sensor de flujo de aire de cable cargado	69
2.7.11	Sensor de flujo de aire de película fina	70
2.7.12	Sensor de flujo de vórtice	70
2.7.13	Tubo de Pitot	71
2.7.14	Sensor de flujo de fluidos de turbina	71
2.7.15	Sensores ópticos	72
2.7.16	Sensores de oxígeno	72
2.7.17	Sensores de luz	73
2.7.18	Sensor de temperatura del aire de película gruesa	74
2.7.19	Sensor de metanol	74
2.7.20	Sensor de lluvia	74
2.7.21	Sensor de aceite	75
2.7.22	Sensores de posición de la dinámica vehicular	75
2.7.23	Resumen	76
2.8	Actuadores	77
2.8.1	Introducción	77
2.8.2	Actuadores de solenoide	77
2.8.3	Válvula EGR	78
2.8.4	Actuadores motorizados	79
2.8.5	Motores de avance	80
2.8.6	Motores sincronizados	84
2.8.7	Actuadores térmicos	84
2.9	Componentes electrónicos de prueba, sensores y actuadores	84
2.9.1	Introducción	84
2.9.2	Sensores de prueba	85
2.9.3	Actuadores de prueba	86

Capítulo 3 Herramientas y equipo 87

3.1	Equipo básico	87
3.1.1	Introducción	87
3.1.2	Herramientas manuales básicas	87
3.1.3	Precisión del equipo de pruebas	88
3.1.4	Multímetros	89
3.1.5	Sonda lógica	91
3.2	Osciloscopios	93
3.2.1	Introducción	93
3.2.2	Formas de onda	94
3.3	Escáneres, lectores de código de fallas y analizadores	95
3.3.1	Introducción a los diagnósticos a bordo	95
3.3.2	Comunicaciones de puertos en serie	95
3.3.3	Protocolos de señal OBD2	96
3.3.4	Escáner OBD de AutoTap	97

3.3.5	Equipo de diagnóstico KTS de Bosch	99
3.3.6	Analizadores de motor	101
3.4	Prueba de emisiones	103
3.4.1	Introducción	103
3.4.2	Medición de los gases del sistema de escape	103
3.4.3	Analizador de los gases del sistema de escape	104
3.4.4	Límites de emisiones	106
3.5	Prueba de la presión	108
3.5.1	Introducción	108
3.5.2	Transductor de osciloscopio de presión automotriz	109
3.5.3	Cajas de salida	110
3.6	Procedimientos de diagnóstico	110
3.6.1	Introducción	110
3.6.2	La “teoría” de los diagnósticos	111

Capítulo 4 Sistemas eléctricos y circuitos 113

4.1	Método de sistemas	113
4.1.1	¿Qué es un sistema?	113
4.1.2	Sistemas del vehículo	113
4.1.3	Sistemas de circuito abierto	114
4.1.4	Sistemas de circuito cerrado	114
4.1.5	Resumen	115
4.2	Cableado eléctrico, terminales e interruptor	115
4.2.1	Cables	115
4.2.2	Códigos de color y nominaciones de terminales	116
4.2.3	Diseño de arnés	119
4.2.4	Circuitos impresos	122
4.2.5	Fusibles y cortacircuitos	123
4.2.6	Terminales	125
4.2.7	Interruptores	127
4.3	Multiplexión	129
4.3.1	Límites del sistema de cableado convencional	129
4.3.2	Bus de datos multiplex	131
4.3.3	Resumen	131
4.3.4	Controlador de red de área (CAN)	133
4.3.5	Señales de datos de CAN	135
4.3.6	Red de interconexión local (LIN)	139
4.3.7	FlexRay	141
4.4	Transporte de sistemas orientados a medios (MOST)	144
4.4.1	Introducción	144
4.4.2	Red de MOST	144

4.4.3	Protocolo	145
4.4.4	Aplicaciones de MOST	146
4.4.5	Compuerta de un dispositivo de consumidor	146
4.4.6	Resumen	146
4.5	Ethernet automotriz	147
4.5.1	Introducción	147
4.5.2	Resumen	147
4.6	Diagramas y símbolos de circuitos	148
4.6.1	Símbolos	148
4.6.2	Diagramas de circuitos convencionales	148
4.6.3	Trazo o diagramas de cableado	148
4.6.4	Diagramas de terminales	148
4.6.5	Diagramas de flujo de corriente	150
4.7	Compatibilidad electromagnética	150
4.7.1	Introducción	150
4.7.2	Problemas de EMC	150
4.8	Control eléctrico central	153
4.8.1	Resumen	153
4.8.2	Módulo electrónico genérico de Ford (GEM)	155
4.8.3	Comunicación entre módulos	161
4.8.4	Resumen	166
4.9	Automóviles conectados	166
4.9.1	Introducción	166
4.9.2	Automóviles inteligentes y sistemas de tráfico	166
4.9.3	Automóviles WiFi	169
4.9.4	Bluetooth	170
4.9.5	Aplicaciones (apps)	171
4.9.6	Mejora de la visión	172
4.9.7	Autoayuda	173
4.9.8	Hermano grande	174
4.9.9	Cuando las computadoras fallan	174
4.9.10	Resumen	175

Capítulo 5 Baterías 177

5.1	Baterías de automóvil	177
5.1.1	Requerimientos de la batería de un automóvil	177
5.1.2	Elección de la batería correcta	178
5.1.3	Posicionamiento de la batería en el auto	178
5.2	Baterías de plomo ácido	179
5.2.1	Construcción	179
5.2.2	Clasificación de baterías	180
5.3	Mantenimiento, carga y pruebas de batería	182

5.3.1	Mantenimiento	182
5.3.2	Carga de la batería de plomo ácido	182
5.3.3	Servicio a la batería	185
5.3.4	Fallas de la batería	185
5.3.5	Prueba de baterías	185
5.3.6	Seguridad	189
5.4	Tecnología avanzada en baterías	189
5.4.1	Electroquímica	189
5.4.2	Conducción electrolítica	190
5.4.3	Ley de Ohm y resistencia electrolítica	190
5.4.4	Acción electroquímica de la batería de plomo ácido	191
5.4.5	Características	193
5.4.6	Ley de Peukert	194
5.5	Desarrollos en el almacenamiento eléctrico	194
5.5.1	Plomo ácido	194
5.5.2	Alcalinas	195
5.5.3	ZEBRA	197
5.5.4	Sulfuro de sodio	197
5.5.5	Swing	197
5.5.6	Celdas de combustible	198
5.5.7	Súper condensadores	201
5.5.8	Resumen	201

Capítulo 6 Carga 203

6.1	Requerimientos del sistema de carga	203
6.1.1	Introducción	203
6.1.2	Fundamentos de funcionamiento	203
6.1.3	Cargas eléctricas del automóvil	204
6.2	Principales sistemas de carga	206
6.2.1	Principios fundamentales	206
6.2.2	Voltajes de carga	206
6.2.3	Circuitos de carga	207
6.2.4	Generación de electricidad	207
6.2.5	Rectificación de CA a CD	209
6.2.6	Regulación del voltaje (tensión) de salida	212
6.3	Alternadores	216
6.3.1	Alternador compacto Bosch	216
6.3.2	Alternadores eficientes	218
6.3.3	Alternadores con enfriamiento por agua	219
6.3.4	Alternadores Denso de alta salida	220
6.3.5	Procedimiento de prueba del sistema de carga	220

6.4	Carga inteligente	221
6.4.1	Introducción y regulación de un circuito cerrado	221
6.4.2	Regulación de circuito abierto	223
6.4.3	Desempeño del motor	223
6.4.4	Condiciones de falla	225
6.4.5	Resumen	225
6.5	Tecnología de sistema avanzado de carga	225
6.5.1	Sistema de carga, problemas y soluciones	225
6.5.2	Cálculo del balance de la carga	228
6.5.3	Características del alternador	229
6.5.4	Consideraciones mecánicas y externas	230

Capítulo 7 Arranque **231**

7.1	Requerimientos del sistema de arranque	231
7.1.1	Requerimientos de arranque del motor	231
7.1.2	Diseño del sistema de arranque	232
7.1.3	Elección de un motor de arranque	234
7.2	Motores y circuitos de arranque	236
7.2.1	Circuitos de sistemas de arranque	236
7.2.2	Circuitos de ejemplo	236
7.2.3	Prueba del circuito del motor de arranque	239
7.2.4	Principio de operación	240
7.2.5	Características de un motor de CD	243
7.3	Tipos de motor de arranque	244
7.3.1	Arrancadores de inercia	244
7.3.2	Arrancadores preacoplados	245
7.3.3	Arrancadores de imán permanente	247
7.3.4	Arrancadores integrados	249
7.3.5	Control de arranque electrónico	249
7.3.6	Instalación del arrancador	249
7.3.7	Generador de arrancador de transmisión por banda	250
7.3.8	Resumen	251
7.4	Tecnología avanzada del sistema de arranque	252
7.4.1	Velocidad, torque y potencia	252
7.4.2	Eficiencia	253

Capítulo 8 Encendido **255**

8.1	Fundamentos del sistema de encendido	255
8.1.1	Requerimientos funcionales	255
8.1.2	Generación de alta tensión	255
8.1.3	Ángulo de avance (regulación)	256

8.1.4	Consumo de gasolina y emisión de gases del escape	257
8.1.5	Interruptor automático de encendido	257
8.1.6	Conductores de bujía	258
8.1.7	Núcleos de bobinas de encendido	258
8.2	Encendido electrónico	260
8.2.1	Introducción	260
8.2.2	Sistemas de dilatación constante	260
8.2.3	Sistemas de energía constante	261
8.2.4	Efecto Hall del generador de pulsos	261
8.2.5	Generador de pulso inductivo	262
8.2.6	Otros generadores de pulso	262
8.2.7	Control de ángulo de dilatación (circuito abierto)	264
8.2.8	Limitantes de la corriente y dilatación de ciclo cerrado	265
8.2.9	Encendido de descarga de condensador	266
8.3	Avance de chispa electrónico	267
8.3.1	Repaso	267
8.3.2	Sensores e información de entrada	268
8.3.3	Unidad de control electrónico	269
8.4	Encendido sin distribuidor	272
8.4.1	Principio de funcionamiento	272
8.4.2	Componentes del sistema	273
8.5	Encendido por bobina en bujía (COP)	273
8.5.1	Descripción general	273
8.5.2	Control de encendido	275
8.6	Bujías	275
8.6.1	Requerimientos funcionales	275
8.6.2	Construcción	276
8.6.3	Rango de calor	277
8.6.4	Materiales del electrodo	278
8.6.5	Separación del electrodo	279
8.6.6	Bujía en V	279
8.6.7	Elección de la mejor bujía	280
8.6.8	Desarrollo de bujías	281
8.7	Resumen	281
8.7.1	Compendio	281
8.7.2	Procedimiento de prueba	283
8.8	Tecnología de encendido avanzada	285
8.8.1	Desempeño de la bobina de encendido	285

Capítulo 9 Control de combustible **287**

9.1	Combustión	287
9.1.1	Introducción	287

9.1.2	Proceso de combustión de motores de encendido por chispa	287
9.1.3	Rango y velocidad de combustión	289
9.1.4	Detonación	289
9.1.5	Preignición	291
9.1.6	Cámara de combustión	292
9.1.7	Estratificación de la carga del cilindro	292
9.1.8	Fuerza y rendimiento de la mezcla	292
9.1.9	Motores de encendido por compresión (CI)	293
9.1.10	Diseño de la cámara de combustión; motores de diésel	296
9.1.11	Resumen de la combustión	296
9.2	Aprovisionamiento de combustible y emisiones de gases del escape de un motor	297
9.2.1	Condiciones de funcionamiento	297
9.2.2	Emisiones de gases del escape	297
9.2.3	Otras fuentes de emisiones	298
9.2.4	Combustible con y sin plomo	299
9.3	Emisiones y ciclos de conducción	300
9.3.1	Regulaciones sobre emisiones de escape	300
9.3.2	Ciclos de prueba	301
9.4	Control electrónico de carburación	304
9.4.1	Principios básicos de carburación	304
9.4.2	Áreas de control	305
9.5	Inyección de combustible	306
9.5.1	Ventajas de la inyección de combustible	306
9.5.2	Consideraciones sobre el sistema	307
9.5.3	Componentes de un sistema de inyección de combustible	310
9.5.4	Jetronic "L" de Bosch; variaciones	314
9.5.5	Mono Jetronic de Bosch; punto único de inyección de combustible	315
9.5.6	Inyección multipunto secuencial	317
9.5.7	Tecnología de combustión pobre	318
9.5.8	Inyectores dobles de combustible	320
9.6	Inyección de combustible diésel	321
9.6.1	Introducción	321
9.6.2	Consideraciones sobre la inyección	326
9.6.3	Emisiones de gases de escape de diésel	327
9.6.4	Control electrónico de la inyección de diésel	328
9.6.5	Sistema de bomba rotatoria	329
9.6.6	Sistema de rail común	332
9.6.7	Inyección unitaria electrónica (EUI); combustible diésel	337

9.6.8	Sensor lambda diésel	339
9.6.9	Tratamiento de emisiones de escape	340
9.7	Resumen	341
9.7.1	Consideraciones	341
9.7.2	Diagnóstico de los sistemas de control de combustible	342
9.8	Tecnología avanzada del control de combustible	343
9.8.1	Cálculo de la proporción aire y combustible	343

Capítulo 10 Administración del motor 345

10.1	Introducción de encendido y combustible combinados	345
10.1.1	Introducción	345
10.1.2	Tracto variable de admisión	346
10.1.3	Sensores de flama de combustión y de presión	346
10.1.4	Sensores lambda de amplio rango	347
10.1.5	Inyectores con cubierta de aire	347
10.2	Control de emisiones del sistema de escape	347
10.2.1	Diseño de la máquina	347
10.2.2	Diseño de la cámara de combustión	347
10.2.3	Proporción de la compresión	348
10.2.4	Distribución del encendido de válvulas (<i>timing</i>)	348
10.2.5	Diseños del múltiple	348
10.2.6	Estratificación de la carga	348
10.2.7	Tiempo de calentamiento	348
10.2.8	Recirculación de los gases de salida del escape	349
10.2.9	Sistema de encendido/ignición	350
10.2.10	Combustión retardada térmica	350
10.2.11	Convertidores catalíticos	350
10.2.12	Control lambda de ciclo cerrado	353
10.3	Sistemas de administración del motor	354
10.3.1	M3 Monotronic	354
10.3.2	DI Monotronic (inyección directa)	365
10.3.3	Principios del ME-Motronic	370
10.4	Otros aspectos de la administración del motor	371
10.4.1	Introducción	371
10.4.2	Timing de válvula variable	371
10.4.3	Motores de combustión pobre	374
10.4.4	Motores de dos tiempos	374
10.4.5	Sistema de control de combustión	375
10.4.6	Enfriamiento activo	377
10.4.7	Tendencias motrices; ignición por bujía	379

10.4.8	Combustión transónica	380
10.4.9	Tecnología de motores F1	381
10.4.10	Diagnóstico de sistemas de administración del motor	382
10.5	Tecnología avanzada de administración del motor	386
10.5.1	Cálculos de densidad de velocidad y de combustible	386
10.5.2	Cálculo del <i>timing</i> de encendido	387
10.5.3	Cálculo de retardo	388
10.5.4	Cálculo de duración de la inyección	388
10.5.5	Software de desarrollo y comprobación	389
10.5.6	Programa de simulación	391
10.5.7	Hot chipping	391
10.5.8	Inteligencia artificial	393
10.5.9	Computación neural	395

Capítulo 11 Iluminación

397

11.1	Fundamentos de iluminación	397
11.1.1	Introducción	397
11.1.2	Focos	397
11.1.3	Luces externas	399
11.1.4	Reflectores delanteros	400
11.1.5	Reflectores de forma compuesta	402
11.1.6	Lentes de faro delantero	403
11.1.7	Nivelado de luces	404
11.1.8	Ajuste del haz luminoso de faros delanteros	405
11.2	Circuitos de iluminación	407
11.2.1	Circuito básico de iluminación	407
11.2.2	Circuito de disminución del ángulo de inclinación (<i>Dim-dip</i>)	407
11.2.3	Circuito general de iluminación	409
11.2.4	Diagrama de flujo del circuito de iluminación	410
11.2.5	Circuito de control de iluminación central	410
11.2.6	Procedimiento para pruebas	410
11.3	Descarga de gases, LED, y luz infrarroja	413
11.3.1	Lámparas de descarga de gases	413
11.3.2	Iluminación de xenón	415
11.3.3	Luces delanteras ultravioleta	417
11.3.4	Iluminación de LED	418
11.3.5	Luces infrarrojas	419
11.4	Otras técnicas de iluminación	420
11.4.1	Lámparas de señales monocromáticas	420

11.4.2	Iluminación lineal	420
11.4.3	Tecnología de neón	420
11.4.4	Luz de flexión	421
11.4.5	Iluminación delantera inteligente	422
11.5	Tecnología avanzada de iluminación	423
11.5.1	Términos y definiciones de iluminación	423
11.5.2	Iluminación de fuente única	424

Capítulo 12 Auxiliares 427

12.1	Lavadores y limpiaparabrisas	427
12.1.1	Requisitos funcionales	427
12.1.2	Hojas de limpiadores	428
12.1.3	Articulaciones de limpiaparabrisas	429
12.1.4	Motores de limpiaparabrisas	430
12.1.5	Lavadores de parabrisas	431
12.1.6	Circuitos de lavador y limpiaparabrisas	432
12.1.7	Control electrónico de limpiadores de parabrisas	434
12.1.8	Limpiadores sincronizados	435
12.1.9	Control de presión en las hojas del limpiador	436
12.1.10	Sistemas lineales de limpiadores	437
12.2	Circuitos de señalización	
12.2.1	Introducción	438
12.2.2	Unidades de destellador	438
12.2.3	Luces de frenado	440
12.2.4	Circuito de indicadores y de peligro	440
12.3	Otros sistemas auxiliares	441
12.3.1	Bocinas eléctricas	441
12.3.2	Motores de ventilador de enfriamiento del motor	442
12.3.3	Limpiadores y lavadores de faros delanteros	443
12.3.4	Otros circuitos	443
12.3.5	Diagnóstico de fallas de sistemas auxiliares	444
12.4	Tecnología avanzada en sistemas auxiliares	444
12.4.1	Cálculos de par motor de motores de limpiadores	444
12.4.2	Motor PM; control electrónico de velocidad	445

Capítulo 13 Equipo de instrumentos 447

13.1	Indicadores y sensores	447
13.1.1	Introducción	447
13.1.2	Sensores	447
13.1.3	Indicadores de tipo térmico	449

13.1.4	Indicadores de hierro móviles	450
13.1.5	Indicadores sin núcleo magnético	451
13.1.6	Otros tipos de indicadores	453
13.1.7	Sistema digital de instrumentos	454
13.2	Indicadores visuales	456
13.2.1	Elección del mejor indicador; legibilidad	456
13.2.2	Pantallas de diodo emisor de luz	457
13.2.3	Pantallas de cristal líquido	457
13.2.4	Pantallas de vacío fluorescente	459
13.2.5	Pantallas al frente	460
13.2.6	Iluminación de instrumentos por electroluminiscencia	461
13.2.7	Resumen de las técnicas de despliegue	462
13.2.8	Fallas en sistemas de instrumentos	464
13.3	Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	465
13.3.1	Introducción	465
13.3.2	Cálculo de posición	466
13.3.3	Sensores	467
13.3.4	Entrada y salida de datos	467
13.3.5	Precisión	467
13.4	Información del conductor	468
13.4.1	Monitoreo del estado del vehículo	468
13.4.2	Computadora de viaje	471
13.5	Tecnología avanzada de instrumentación	472
13.5.1	Pantallas multiplexadas	472
13.5.2	Cuantización	473
13.5.3	Holografía	473
13.5.4	Telemetría	473
13.5.5	Telemática	476

CAPÍTULO 14 Ventilación, calefacción y aire acondicionado 481

14.1	Calefacción y ventilación convencionales	481
14.1.1	Introducción	481
14.1.2	Ventilación	482
14.1.3	Sistema de calefacción; motor de enfriamiento por agua	483
14.1.4	Motores compresores de calentamiento	484
14.1.5	Control electrónico de calentamiento	485
14.2	Aire acondicionado	486
14.2.1	Introducción	486
14.2.2	Principio de la refrigeración	486
14.2.3	Descripción aire acondicionado	487

14.2.4	Sistema y componentes de aire acondicionado	488
14.2.5	Control automático de temperatura	494
14.2.6	Aire acondicionado conducido por electricidad	494
14.3	Otros sistemas de calefacción	495
14.3.1	Calefacción del asiento	495
14.3.2	Calefacción de pantalla	496
14.3.3	Funcionamiento del calefactor	497
14.3.4	Fallas en el sistema de aire acondicionado	497
14.4	Tecnología avanzada en el control de temperatura	498
14.4.1	Transferencia de calor	498
14.4.2	Tipos de calor y temperatura	499
14.4.3	Reacción de armadura	499
14.4.4	Novedades en refrigerantes	500

CAPÍTULO 15 Chasis eléctrico **503**

15.1	Frenos antibloqueo	503
15.1.1	Introducción	503
15.1.2	Requerimientos del ABS	504
15.1.3	Descripción general del sistema	504
15.1.4	Componentes	506
15.1.5	Control del sistema de frenado antibloqueo	509
15.1.6	Estrategia de control	509
15.1.7	Frenos antibloqueo de Honda	510
15.2	Tracción y control de estabilidad	511
15.2.1	Introducción	511
15.2.2	Funciones control	511
15.2.3	Operación del sistema	513
15.2.4	Programa de estabilidad electrónico (ESP)	513
15.3	Suspensión activa	517
15.3.1	Repaso	517
15.3.2	Sensores y actuadores	519
15.3.3	MagneRide de Delphi	520
15.4	Transmisión automática	523
15.4.1	Introducción	523
15.4.2	Control de cambio de velocidades y convertidor de par de torsión del motor	523
15.4.3	Tiptronic	525
15.4.4	Resumen	527
15.5	Otros sistemas eléctricos del chasis	527
15.5.1	Dirección con energía eléctrica	527
15.5.2	Transmisión manual robotizada	529
15.5.3	Reducción activa de balanceo	530

15.5.4	Diferencial electrónico de deslizamiento limitado	531
15.5.5	Sistemas de asistencia de frenado	531
15.5.6	Por cable X	532
15.5.7	Diagnóstico de fallas en el sistema eléctrico del chasis	536
15.6	Tecnología avanzada de sistemas de chasis	538
15.6.1	Superficie de carretera y fricción de llantas	538
15.6.2	Ciclos de control del ABS	541
15.6.3	Cálculos de control de tracción	542

CAPÍTULO 16 Comodidad y seguridad 543

16.1	Asientos, espejos y quemacocos	543
16.1.1	Introducción	543
16.1.2	Ajuste eléctrico del asiento	543
16.1.3	Espejos eléctricos	545
16.1.4	Operación del quemacocos eléctrico	546
16.1.5	Circuito de control del asiento	546
16.2	Cierre central y ventanas eléctricas	547
16.2.1	Circuito de bloqueo de puertas	547
16.2.2	Operación de ventanas eléctricas	548
16.2.3	Circuito ejemplo de ventanas eléctricas	551
16.3	Control de cruce	552
16.3.1	Introducción	552
16.3.2	Descripción del sistema	553
16.3.3	Componentes	554
16.3.4	Control de cruce adaptado	555
16.4	Multimedia integrada al auto	556
16.4.1	Introducción	556
16.4.2	Bocinas	557
16.4.3	Entretenimiento en el auto (ICE)	558
16.4.4	Sistemas de datos de radio (RDS)	558
16.4.5	Sistema de datos de transmisiones de la radio (RBDS)	559
16.4.6	Recepción de radio	560
16.4.7	Transmisión de audio digital (DAB)	561
16.4.8	Supresión de interferencia	561
16.4.9	Comunicaciones por teléfonos móviles	564
16.5	Seguridad	565
16.5.1	Introducción	565
16.5.2	Seguridad básica	566
16.5.3	Lo máximo en cuestiones de seguridad	566
16.5.4	Seguridad codificada de las ECU	568

16.5.5	Alarmas e inmovilizadores	568
16.5.6	Llaves	571
16.6	Bolsa de aire y sensores de cinturones	573
16.6.1	Introducción	573
16.6.2	Cómo opera el sistema	573
16.6.3	Componentes y circuito	575
16.6.4	Sensores de cinturones de seguridad	578
16.6.5	Bolsas de aire laterales	578
16.6.6	Sistema inteligente de sensores de bolsa de aire	578
16.7	Otros sistemas de seguridad y comodidad	580
16.7.1	Radar para evitar obstáculos	580
16.7.2	Advertencia de presión de llantas	582
16.7.3	Control del ruido	583
16.7.4	Espejos que minimizan los autos	585
16.7.5	Sistema de estacionado automático	585
16.7.6	Procedimiento de diagnóstico general de sistemas	587
16.8	Tecnología avanzada de sistemas de comodidad y seguridad	588
16.8.1	Control de crucero y respuesta del sistema	588
16.8.2	Cálculos de supresión de radio	589

CAPÍTULO 17 Combustible alternativo, y vehículos híbridos y eléctricos 591

17.1	Combustibles alternativos	591
17.1.1	Introducción	591
17.1.2	Combustibles	591
17.2	Vehículos eléctricos (VE)	596
17.2.1	Introducción	596
17.2.2	Sistema de conducción eléctrico	596
17.2.3	Baterías de los VE	596
17.2.4	Motores de impulso	597
17.2.5	El EV-1 de General Motors	600
17.2.6	Roadster de Tesla	601
17.2.7	Caso de estudio; Clarity FCX de Honda	609
17.2.8	Resumen de los VE	621
17.3	Vehículos eléctricos híbridos (HEV)	622
17.3.1	Introducción	622
17.3.2	Híbridos ligeros de Honda	622
17.3.3	Tecnología de Bosch en el totalmente híbrido en paralelo	640
17.3.4	Caso de estudio del híbrido de Nissan	643

17.4	Carga de VE inalámbrica	645
17.4.1	Introducción	645
17.4.2	Transferencia inductiva de potencia	645
17.4.3	Panorama de tecnología	645
17.4.4	Sistema IPT	646
17.4.5	Diagrama detallado	647
17.4.6	Administración de la batería	648
17.4.7	Parámetros del sistema	648
17.4.8	Resumen	649
17.5	Tecnología avanzada del vehículo eléctrico	649
17.5.1	Características del torque y potencia del motor	649
17.5.2	Técnicas de optimización; modelado matemático	649

Capítulo 18 Actividades de aprendizaje **653**

18.1	Introducción	653
18.2	Compruebe su conocimiento y aprenda más	654
18.2.1	Evolución del sistema eléctrico del automóvil	654
18.2.2	Principios eléctricos y electrónicos	654
18.2.3	Herramientas y equipo	656
18.2.4	Sistemas y circuitos eléctricos	658
18.2.5	Baterías	659
18.2.6	Carga	661
18.2.7	Arranque	663
18.2.8	Encendido	665
18.2.9	Control de combustible	667
18.2.10	Administración de la máquina (motor)	668
18.2.11	Iluminación	670
18.2.12	Auxiliares	672
18.2.13	Instrumentación	674
18.2.14	Calefacción y aire acondicionado	675
18.2.15	Electricidad del chasis	677
18.2.16	Comodidad y seguridad	679
18.2.17	Combustible alternativo, y vehículos híbridos y eléctricos	680
18.3	Programa de simulación	681
18.4	Últimas palabras	682
	Referencias	684
	Índice	685

Prefacio



Los sistemas eléctricos y electrónicos del automóvil son al mismo tiempo los aspectos más complejos pero a la vez los más interesantes de un vehículo. Al menos así me parece, y por eso en particular estoy encantado de haber producido ¡la cuarta edición de este libro!

En esta edición encontrará más detalles sobre los EV y los HEV al igual que algunas de las últimas ideas sobre redes de vehículos y mucho más. Este libro es el segundo en la serie “Tecnología automotriz: Mantenimiento y reparación del vehículo”:

- Sistemas mecánicos y eléctricos del automóvil
- Sistemas eléctricos y electrónicos del automóvil, 4^a. edición
- Diagnóstico avanzado de fallas del automóvil, 3^a. edición

Idealmente usted debió haber estudiado el libro de mecánica, o tener alguna experiencia, antes de empezar con éste. Si no, habrá que empezar con lo básico. Éste es el primer libro de su tipo en ser publicado a todo color y se concentra en los principios eléctricos y electrónicos al mismo tiempo que en casos de estudio y ejemplos comprensivos. Contiene todo lo que usted necesita para avanzar en sus estudios a un nivel alto, no importa qué calificación (si la hubiera) desee alcanzar.

Espero que halle el contenido útil e informativo.

El último capítulo de este libro contiene tareas, preguntas, temas de investigación y mucho más. Puede consultarlo en cualquier momento o esperar hasta que haya estudiado el resto del libro.

¡Buena suerte, y espero que encuentre la tecnología automotriz tan interesante como yo aún la siento!

Reconocimientos

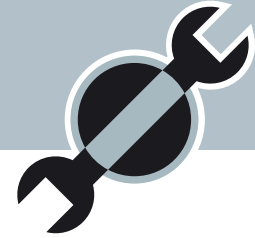


Durante años muchas personas me han ayudado en la producción de mis libros. Por eso es que estoy muy agradecido con las siguientes empresas que han proporcionado información e inclusive permisos para reproducir fotografías y/o diagramas:

AA Photo Library	NGK Plugs
AC Delco	Nissan Cars UK
Alpine Audio Systems	Most Corporation
ATT Training (UK and USA)	Peugeot UK
Autologic Data Systems	Philips
BMW UK	PicoTech
Bosch Gmbh	Pioneer Radio
Bosch Media	Porsche Cars UK
C&K Components	Robert Bosch GmbH.
Citroën UK	Robert Bosch UK
Clarion Car Audio	Rover Cars
Delphi Media	Saab Cars UK
Eberspaecher	Saab Media
Fluke Instruments UK	Scandmec
Ford Motor Company	SMSC
Ford Media	Snap-on Tools
FreeScale Electronics	Sofanou (France)
General Motors	Sun Electric UK
GenRad	Tesla Motors
Hella UK	Thrust SSC Land Speed Team
Honda Cars UK	T&M Auto-Electrical
Hyundai UK	Toyota Cars UK
Jaguar Cars	Tracker UK
Kavlico	Unipart Group
Loctite	Valeo
Lucas UK	Vauxhall
LucasVarity	VDO Instruments
Mazda	Volvo Media
McLaren Electronic Systems	Volkswagen cars
Mercedes Cars UK	Wikimedia
Mitsubishi Cars UK	ZF Servomatic

Si hubiere utilizado alguna información, o mencionado el nombre de alguna compañía que no aparezca aquí, por favor acepte mis disculpas y hágamelo saber para que se rectifique tan pronto como sea posible.

Glosario de abreviaturas y acrónimos



Terminología OBD2/SAE

ABS	<i>sistema de freno antibloqueo</i>
AC	<i>(AA) aire acondicionado</i>
AC	<i>limpiador de aire</i>
AIR	<i>inyección secundaria de aire</i>
A/T	<i>transmisión o transeje automático</i>
SAP	<i>pedal acelerador</i>
B+	<i>voltaje positivo de la batería</i>
BARO	<i>presión barométrica</i>
CAC	<i>enfriador de aire de carga</i>
CFI	<i>inyección continua de combustible</i>
CL	<i>ciclo cerrado</i>
CKP	<i>sensor de posición cigüeñal</i>
CKP REF	<i>referencia de cigüeñal</i>
CMP	<i>sensor de posición de árbol de levas</i>
CMP REF	<i>referencia de árbol de levas</i>
CO	<i>monóxido de carbono</i>
CO₂	<i>bióxido de carbono</i>
CPP	<i>posición del pedal de embrague</i>
CTOX	<i>oxidante de trampa continua</i>
CTP	<i>posición de ahogador cerrado</i>
DEPS	<i>sensor digital de posición de la máquina</i>
DFCO	<i>modo de desaceleración de cierre de admisión</i>
DFI	<i>inyección directa de combustible</i>
DLC	<i>conector de enlaces de datos</i>
DPF	<i>filtro de partículas de diésel</i>
DTC	<i>código de diagnóstico de problemas</i>
DTM	<i>modo de diagnóstico de prueba</i>
EBCM	<i>módulo de control electrónico de freno</i>
EC	<i>control de máquina (motor)</i>
ECM	<i>módulo de control de motor</i>
ECL	<i>nivel de refrigerante de motor</i>
ECT	<i>temperatura de refrigerante del motor</i>
EEPROM	<i>memoria de sólo lectura de borrado programable eléctricamente</i>
EFE	<i>evaporación temprana de combustible</i>
EGR	<i>recirculación de gases del escape</i>
EGRT	<i>temperatura del EGR</i>
EI	<i>encendido electrónico</i>
EM	<i>modificación de máquina</i>
EPROM	<i>memoria de sólo lectura de borrado programable</i>

ESC	<i>control de estabilidad electrónico</i>
EVAP	<i>sistema de emisión evaporativo</i>
FF	<i>combustible flexible</i>
FP	<i>bomba de combustible</i>
FPROM	<i>memoria de sólo lectura de borrado de intermitentes programable</i>
FT	<i>ajuste de combustible</i>
FTP	<i>procedimiento federal de pruebas</i>
GCM	<i>módulo de control del gobernador</i>
GEN	<i>generador</i>
GND	<i>aterrizado</i>
H₂O	<i>agua</i>
HO2S	<i>sensor de oxígeno calentado</i>
HO2S1	<i>sensor de flujo alto de oxígeno calentado</i>
HO2S2	<i>sensor de flujo alto o bajo de oxígeno calentado</i>
HO2S3	<i>sensor de flujo bajo de oxígeno calentado</i>
HC	<i>hidrocarburo</i>
HVS	<i>interruptor de alto voltaje</i>
HVAC	<i>sistema de calefacción y aire acondicionado</i>
IA	<i>admisión de aire</i>
IAC	<i>control de aire al ralentí</i>
IAT	<i>temperatura del aire de admisión</i>
IC	<i>circuito de control de encendido</i>
ICM	<i>módulo y control de encendido</i>
IFI	<i>inyección indirecta de combustible</i>
IFS	<i>corte de combustible por inercia</i>
I/M	<i>inspección/mantenimiento</i>
IPC	<i>conjunto del panel de instrumentos</i>
ISC	<i>control de la velocidad en ralentí</i>
KOEC	<i>llave abierta, arranque de motor</i>
KOEO	<i>llave abierta, apagado de motor</i>
KOER	<i>llave abierta, motor en marcha</i>
KS	<i>sensor de golpeteo</i>
KSM	<i>módulo de sensor de golpeteo</i>
LTFT	<i>ajuste de combustible en el largo plazo</i>
MAF	<i>sensor de flujo de masa de aire</i>
MAP	<i>sensor de presión absoluta del múltiple</i>
MC	<i>control de mezcla</i>
MDP	<i>presión diferencial del múltiple</i>
MFI	<i>inyección de combustible por multipuerto</i>
MIL	<i>lámpara indicadora de malfuncionamiento</i>
MPH	<i>millas por hora</i>
MST	<i>temperatura superficial del múltiple</i>
MVZ	<i>zona de vacío del múltiple</i>
NVRAM	<i>memoria de acceso aleatorio no volátil</i>
NOx	<i>óxidos de nitrógeno</i>
O2S	<i>sensor de oxígeno</i>
OBD	<i>diagnósticos a bordo</i>
OBDI	<i>diagnósticos a bordo primera generación</i>
OBDI	<i>diagnósticos a bordo segunda generación</i>
OC	<i>catalizador de oxidación</i>
ODM	<i>monitor de dispositivo de salida</i>
OL	<i>circuito abierto</i>
OSC	<i>almacenaje del sensor de oxígeno</i>

PAIR	<i>inyección de aire impulsada secundaria</i>
PCM	<i>módulo de control de tren de potencia</i>
PCV	<i>ventilación positiva de la caja de arranque</i>
PNP	<i>interruptor de aparcamiento/neutro</i>
PROM	<i>memoria de programa de sólo lectura</i>
PSA	<i>conjunto de interruptores de presión</i>
PSP	<i>presión de servodirección</i>
PTOX	<i>oxidante de trampa periódica</i>
RAM	<i>memoria de acceso aleatorio</i>
RM	<i>módulo relevador</i>
ROM	<i>memoria de sólo lectura</i>
rpm	<i>revoluciones por minuto</i>
SC	<i>súper cargador</i>
SCB	<i>división del súper cargador</i>
SDM	<i>modo de diagnóstico por sensación</i>
SFI	<i>inyección de combustible en secuencia</i>
SRI	<i>indicador de recordación de servicio</i>
SRT	<i>prueba de celeridad del sistema</i>
STFT	<i>ajuste de combustible en el corto plazo</i>
TB	<i>cuerpo del ahogador</i>
TBI	<i>inyección de cuerpo del ahogador</i>
TC	<i>turbocargador</i>
TCC	<i>embrague convertidor de par</i>
TCM	<i>módulo de control de transmisión o de transeje</i>
TFP	<i>presión del fluido del ahogador</i>
TP	<i>posición del ahogador</i>
TPS	<i>sensor de posición del ahogador</i>
TVV	<i>válvula térmica de vacío</i>
TWC	<i>catalizador de tres vías</i>
TWX+OC	<i>convertidor catalítico de tres vías + oxidación</i>
VAF	<i>flujo de aire en volumen</i>
VCN	<i>módulo de control del vehículo</i>
VR	<i>regulador de voltaje</i>
VS	<i>sensor de vehículo</i>
VSS	<i>sensor de velocidad del vehículo</i>
WU-TWC	<i>convertidor catalítico de calentamiento de tres vías</i>
WOT	<i>ahogador abierto totalmente</i>

OEM y demás terminología

A	<i>amperes</i>
AC	<i>aire acondicionado</i>
A/F	<i>razón aire combustible</i>
A/T	<i>transmisión automática</i>
AAV	<i>válvula anti combustión retardada (Mazda)</i>
ABS	<i>sistema de freno antibloqueo</i>
ABSV	<i>solenoides de división de paso del aire (Mazda)</i>
AC	<i>corriente alterna (CA)</i>
ACTS	<i>sensor de temperatura de carga de aire (Ford)</i>
AERA	<i>Automotive Engine Rebuilders Association</i>
AFM	<i>medidor de flujo de aire</i>
AFS	<i>sensor de flujo de aire (Mitsubishi)</i>