



---

Capítulos 1 a 11

## **Descripción general del automóvil y funcionamiento del motor**

---

Capítulos 12 a 19

## **Alimentación de combustible y transmisión**

---

Capítulos 20 a 25

## **Ruedas y uniones al suelo**

---

Capítulos 26 a 30

## **Electricidad, confort y tecnologías anticontaminantes**

---

Capítulos 31 a 32

## **Prestaciones**





# Contenido

## Tecnología del automóvil

<b>Introducción</b> .....	XVII		
<b>1. Elementos que componen el automóvil</b> .....	<b>1</b>		
1.1. Identificación y funciones .....	2		
1.2. Proceso cronológico de funcionamiento elemental .....	3		
<b>2. Implantaciones técnicas</b> .....	<b>5</b>		
2.1. Ruedas motrices .....	6		
2.1.1. Propulsión .....	6		
2.1.2. Tracción .....	6		
2.1.3. Transmisión integral («4x4») .....	6		
2.2. Posiciones del motor, embrague y caja de cambios .....	6		
2.3. Dimensiones .....	14		
2.4. Reparto de pesos .....	16		
<b>3. Estabilidad</b> .....	<b>19</b>		
3.1. Concepto de trayectoria .....	20		
3.2. Comportamiento en curva .....	21		
3.2.1. Sobreviraje .....	21		
3.2.2. Subviraje .....	22		
3.2.3. Neutro .....	22		
3.3. Sensibilidad al viento lateral .....	23		
3.4. Relación entre el comportamiento en curva y la implantación técnica .....	24		
<b>4. Seguridad</b> .....	<b>27</b>		
4.1. Seguridad activa (primaria) y pasiva (secundaria y terciaria) .....	28		
4.2. Seguridad activa (primaria) .....	28		
4.2.1. Dinámica .....	28		
4.2.2. Ergonomía .....	29		
4.2.3. Confort .....	29		
4.2.4. Visibilidad .....	29		
4.2.5. Regulador de velocidad activo .....	34		
4.2.6. Detector de desvío de trayectoria .....	36		
4.3. Seguridad pasiva (secundaria y terciaria) .....	36		
4.3.1. Carrocería de seguridad pasiva .....	37		
4.3.2. Sistemas de retención y protección en colisión frontal y trasera .....	38		
4.3.3. Sistemas de retención y protección en colisión lateral .....	42		
4.3.4. Situación y control de actuación de los airbag .....	42		
4.3.5. Ensayos de colisión «crash test» .....	45		
4.3.6. Sistema de pre colisión activo «pre crash» .....	47		
4.3.7. Solicitación automática de asistencia tras la colisión .....	48		
4.4. Particularidades de los automóviles descapotables .....	48		
<b>5. Carrocería</b> .....	<b>51</b>		
5.1. Funciones de la carrocería .....	52		
5.2. Apoyos del motor y caja de cambios .....	52		
5.3. Composición de la carrocería .....	54		
5.4. Descripción de las estructuras de la carrocería .....	54		
5.4.1. Bastidor independiente .....	54		
5.4.2. Monocasco autoportante .....	55		
5.4.3. Plataforma independiente .....	56		
5.4.4. Portante con semichasis .....	56		
5.4.5. Portante con semichasis «corto» .....	57		
5.4.6. Tubular .....	57		
5.5. Materiales y procesos de construcción .....	58		
5.6. Colisión con daños estructurales «bancada» .....	58		
5.7. Tipos de carrocería por su línea o función .....	59		
5.8. Método de diseño y construcción con «plataforma» común .....	63		

5.9. Método de construcción con estructura modular . . . . .	63	7.1.2. Árbol de levas lateral y válvulas en «cabeza» ( <i>OHV; over head valves</i> ). . . . .	96
5.10. Relación entre la carrocería y la estabilidad . . . . .	64	7.1.3. Árbol de levas en cabeza o culata ( <i>OHC; over head camshaft</i> ) . . . . .	96
5.11. Aerodinámica . . . . .	65	7.1.4. Doble árbol de levas en culata ( <i>DOHC; doble OHC</i> ). . . . .	97
5.11.1. Los tres ejes de desplazamiento del automóvil. . . . .	66	7.2. Reglajes de la distribución . . . . .	98
5.11.2. Calidad de forma aerodinámica «Cx» . . . . .	67	7.2.1. Mando hidráulico de válvulas. . . . .	99
5.11.3. Área maestra o superficie frontal «S» . . . . .	68	7.3. Distribución de bajo rozamiento, con «rodillos» . . . . .	100
5.11.4. Resistencia aerodinámica al avance . . . . .	68	7.4. Sistemas de accionamiento del árbol de levas . . . . .	100
5.11.5. Medición del «Cx» . . . . .	69	7.5. Tipos de culatas . . . . .	102
5.11.6. Sustentación aerodinámica . . . . .	70	7.5.1. Flujo lateral. . . . .	102
5.11.7. Influencia de la forma de la carrocería y añadidos exteriores . . . . .	70	7.5.2. Flujo transversal («cross flow») . . . . .	102
5.12. Particularidades del parabrisas. . . . .	71	7.6. Relación entre la distribución y el llenado . . . . .	103
<b>6. Motor de gasolina . . . . .</b>	<b>75</b>	7.7. Diagrama de distribución . . . . .	104
6.1. Las tres partes del motor . . . . .	77	7.8. Gráficos reales de presión – volumen. . . . .	106
6.2. De una a varias «unidades de potencia» (cilindros). . . . .	78	7.9. Distribución desmodrómica . . . . .	107
6.2.1. «Puertas» → válvulas . . . . .	79	<b>8. Par y potencia . . . . .</b>	<b>109</b>
6.2.2. Colectores . . . . .	79	8.1. Trabajo y par. . . . .	110
6.3. Los cilindros. . . . .	80	8.2. El par es un giro . . . . .	110
6.3.1. Elementos internos y generación del movimiento circular . . . . .	80	8.3. Conceptos de par «fuerza» y potencia «velocidad». . . . .	111
6.4. Los «cuatro tiempos». . . . .	81	8.3.1. Par «fuerza» . . . . .	111
6.5. Posición de las válvulas y del árbol de levas . . . . .	82	8.3.2. Potencia «velocidad» . . . . .	112
6.6. Características del motor . . . . .	83	8.4. Aportaciones del par y la potencia en el automóvil . . . . .	112
6.7. Concepto de revoluciones por minuto, RPM . . . . .	84	8.5. La resonancia, el llenado y el par . . . . .	113
6.7.1. Mariposa de gases. . . . .	84	8.5.1. Creación de la curva de par motor . . . . .	114
6.8. Concepto de llenado. . . . .	85	8.6. La fórmula de la potencia. . . . .	114
6.8.1. Relación entre el llenado y las RPM → «resonancia» . . . . .	86	8.6.1. La curva de potencia . . . . .	115
6.9. Gráficos teóricos de presión – volumen . . . . .	87	8.7. Medición del par y potencia . . . . .	115
6.10. Los segmentos . . . . .	88	8.8. Par y potencia en el cuenta RPM . . . . .	116
6.11. Particularidades del sistema de escape. . . . .	89	8.9. Potencia por par o RPM . . . . .	117
6.12. Disminución de cilindrada «down size» . . . . .	90	8.9.1. Comparación de comportamientos del automóvil. . . . .	117
6.13. Parada y arranque automático del motor «stop & start» . . . . .	91	8.10. Zonas del cuenta RPM con motor de gasolina y turbodiésel. . . . .	118
<b>7. Distribución. . . . .</b>	<b>93</b>	8.11. Factores determinantes del par y potencia . . . . .	119
7.1. Evolución de la situación de los elementos de distribución . . . . .	94	8.12. Par y potencia en función de la cilindrada . . . . .	119
7.1.1. Árbol de levas y válvulas laterales ( <i>SV; side o standing valves</i> ) . . . . .	95	8.13. Par y potencia en función del llenado a presión . . . . .	120
		8.14. Las curvas de par intermedias . . . . .	121
		8.14.1. «Tiempo de respuesta» . . . . .	121
		8.15. Concepto de elasticidad . . . . .	121
		8.16. Relación peso/potencia. . . . .	122
		8.17. Par y potencia específicos. . . . .	123
		8.18. Objetivo → más par y curva «plana» . . . . .	123

<b>9. Lubricación</b> .....	<b>125</b>	11.2. Número de cilindros e implantación en el automóvil .....	159
9.1. Concepto de lubricación .....	126	11.3. Volante motor .....	163
9.2. Zonas del motor a lubricar .....	126	11.4. Árboles de equilibrado .....	164
9.3. Circuito de engrase y sus componentes ...	127	11.5. Análisis de diferentes diámetro y carrera para la misma cilindrada .....	164
9.3.1. Funciones del aceite .....	128	11.5.1. Velocidad lineal del pistón .....	165
9.3.2. Funciones del filtro .....	129	11.6. Geometría de los colectores .....	165
9.4. Desgastes de la lubricación .....	129	11.6.1. Colectores de admisión y escape ..	165
9.4.1. Desgastes del aceite .....	129	11.6.2. Turbulencias de admisión .....	167
9.4.2. Desgastes del filtro .....	131	11.7. Materiales de construcción del motor .....	168
9.5. Reaspiración de los vapores de aceite ...	131	11.8. Cilindro y camisa .....	169
9.6. Características del aceite .....	132		
9.6.1. Viscosidad y calidad .....	132	<b>12. Alimentación y encendido del motor de gasolina</b> .....	<b>171</b>
9.7. Necesidad de los mantenimientos .....	134	12.1. Esquema general y elementos .....	172
9.7.1. Necesidad del cambio periódico del aceite .....	134	12.2. Características de la combustión eficiente .....	174
9.7.2. Necesidad del cambio periódico del filtro de aceite .....	134	12.2.1. Calidad de la mezcla; dosado y homogénea .....	174
9.7.3. Mantenimiento variable .....	135	12.2.2. Calidad y momento de chispa; la bobina .....	175
9.8. Detalles del nivel de aceite .....	136	12.2.3. Detonación («picado de biela») ..	177
9.9. Cáster seco .....	136	12.3. Los gases contaminantes del motor de gasolina .....	178
9.10. Segmento artificial de aceite .....	137	12.3.1. El dosado y los gases contaminantes .....	179
9.11. Particularidades del rodaje del motor .....	137	12.3.2. El CO <sub>2</sub> y el consumo de gasolina ..	179
9.12. Retenes de aceite .....	139	12.4. Del carburador y encendido «clásico» a la inyección y encendido electrónicos .....	180
<b>10. Refrigeración</b> .....	<b>143</b>	12.4.1. Curva de dosado con carburador ..	181
10.1. Zonas del motor a refrigerar .....	144	12.4.2. Tipos de carburadores .....	185
10.2. Circuito de refrigeración y sus componentes .....	144	12.4.3. Curvas de avance de encendido clásico .....	186
10.2.1. Información de la temperatura ...	146	12.5. Complementos anticontaminación .....	190
10.3. Características del «líquido de refrigeración» .....	146	12.5.1. Catalizador de tres funciones (vías) y sonda de oxígeno .....	190
10.3.1. Necesidad del cambio periódico ..	148	12.5.2. Incompatibilidad del carburador y catalizador .....	192
10.4. Método de arranque en frío y calentamiento del motor .....	148	12.5.3. Concepto de inyección .....	193
10.5. Control variable de la temperatura del motor .....	149	12.6. Inyección y encendido electrónicos .....	195
10.6. Refrigeración por aire y aceite .....	150	12.6.1. Inyección monopunto y encendido electrónico .....	195
10.7. El motor de dos tiempos .....	151	12.6.2. Inyección multipunto simultánea y encendido electrónico integral ..	198
10.7.1. Descripción .....	151	12.6.3. Inyección multipunto secuencial y encendido directo .....	199
10.7.2. Ciclo de funcionamiento .....	152	12.7. Acumulador del vapor de gasolina .....	204
<b>11. Disposición de los cilindros. Materiales del motor</b> .....	<b>155</b>	12.8. Inmovilizador antiarranque .....	205
11.1. Disposición y número de cilindros .....	156	12.9. Dos bujías por cilindro .....	206
11.1.1. En línea .....	156		
11.1.2. En «V» .....	156		
11.1.3. En «V estrecha» .....	157		
11.1.4. Horizontales, bóxer, flat. ....	158		
11.1.5. En «W» .....	158		
11.1.6. En estrella .....	159		

12.10. Conceptos de inyección indirecta y directa. . . . .	207	13.11.3. Inyección directa con bomba de inyección electrónica . . . . .	236
12.10.1. Inyección indirecta . . . . .	207	13.11.4. Control electrónico independiente de los inyectores «common rail» . . . . .	238
12.10.2. Inyección directa . . . . .	207	13.12. Filtro antipartículas . . . . .	240
12.11. Evolución técnica anticontaminación . . . . .	212	13.13. Sistema Inyector – Bomba. . . . .	242
12.12. Etiquetas informativas de la emisión de CO <sub>2</sub> y consumo . . . . .	213	13.14. Relación entre la inyección directa y la calefacción . . . . .	243
12.13. Mantenimientos de la inyección y encendido . . . . .	214	13.15. Mariposa de gases en el motor diésel. . . . .	244
12.14. El motor rotativo «Wankel» . . . . .	215	13.16. Mantenimientos específicos del motor diésel . . . . .	244
<b>13. Motor diésel. . . . .</b>	<b>217</b>	13.16.1. Filtro de aire . . . . .	244
13.1. Funcionamiento del motor diésel comparado con el de gasolina . . . . .	218	13.16.2. Filtro de gasóleo . . . . .	245
13.2. Gráficos presión – volumen del motor diésel . . . . .	219	13.16.3. Bujías de precalentamiento . . . . .	245
13.2.1. Gráficos teóricos del motor diésel . . . . .	219	13.17. Evolución técnica anticontaminación . . . . .	245
13.2.2. Gráficos reales del motor diésel. . . . .	220	13.17.1. Particularidades del gasóleo sin azufre. . . . .	246
13.3. Las tres razones del menor consumo que el motor de gasolina. . . . .	221	<b>14. Motor multiválvulas. Llenado variable . . . . .</b>	<b>249</b>
13.4. La bomba de inyección con electroválvula de pare . . . . .	221	14.1. Mejor «respiración» y llenado con más diámetro de los colectores . . . . .	250
13.5. Inyección mecánica por presión. . . . .	222	14.1.1. Más número de válvulas por cilindro (multiválvulas) . . . . .	250
13.6. Inyección directa en los grandes motores diésel . . . . .	225	14.1.2. Evolución del llenado según la posición de la mariposa y las RPM. . . . .	251
13.7. Incompatibilidad de la inyección directa en los motores diésel de automóviles. . . . .	226	14.1.3. Curvas de par y potencia de motores multiválvulas . . . . .	252
13.7.1. La precámara de combustión . . . . .	226	14.2. Relación entre el llenado del motor y las RPM . . . . .	252
13.8. Los gases contaminantes del motor diésel . . . . .	228	14.3. Distribución de fase variable . . . . .	253
13.8.1. El CO <sub>2</sub> y el consumo de gasóleo . . . . .	229	14.3.1. Adaptación de los momentos de accionamiento de las válvulas . . . . .	253
13.9. Bajo rendimiento de la precámara, más consumo y contaminación . . . . .	230	14.4. Admisión variable. . . . .	256
13.10. Inyección directa en los motores diésel de automóviles . . . . .	230	14.4.1. Adaptación del recorrido y longitud de los colectores. . . . .	256
13.10.1. Admisión helicoidal y cámara de turbulencia en el pistón. . . . .	230	14.5. Curvas de par y potencia con distribución/ admisión variables . . . . .	258
13.10.2. Inyección directa por varias salidas y a elevada presión . . . . .	230	14.6. Concepto de alzado variable de las válvulas de admisión. . . . .	259
13.10.3. Menos consumo, contaminación y mejor rendimiento . . . . .	231	14.6.1. Por fases. . . . .	260
13.10.4. Exceso de ruido y vibraciones. . . . .	231	14.6.2. En continuo . . . . .	261
13.11. Evolución de la inyección directa en el automóvil . . . . .	231	14.7. Motor sin árbol de levas («Cam less»). . . . .	262
13.11.1. Inyección directa con bomba de inyección mecánica. . . . .	232	<b>15. Sobrealimentación . . . . .</b>	<b>263</b>
13.11.2. Contaminación según el caudal de gasóleo . . . . .	234	15.1. Las tres formas de incrementar el llenado del motor . . . . .	264

15.2. Energía de los gases de escape; la turbina y el compresor . . . . .	265	16.4.2. Hidráulico (reglaje) . . . . .	294
15.3. Complementos del turbocompresor . . . . .	266	16.5. Volante motor bimasa. . . . .	295
15.3.1. Válvula de descarga. . . . .	267	16.6. Embrague bidisco. . . . .	296
15.3.2. Intercambiador aire-aire («intercooler»). . . . .	268	16.7. Prueba del estado del embrague. . . . .	297
15.3.3. Lubricación y refrigeración. . . . .	269	16.8. Embrague en baño de aceite. . . . .	297
15.4. Curvas de par y potencia; «tiempo de respuesta». . . . .	270	16.9. Sistema de accionamiento automático . . . . .	299
15.5. Doble entrada de gases de escape en el turbo «twin schroll» . . . . .	271	<b>17. Caja de cambios y transmisión . . . . .</b>	<b>301</b>
15.6. Turbocompresor de geometría variable . . . . .	271	17.1. Los cuatro tipos de caja de cambios. . . . .	302
15.7. Curvas de par y potencia con turbo de doble entrada o geometría variable . . . . .	273	17.2. Concepto de multiplicación y desmultiplicación; par y velocidad . . . . .	303
15.8. Turbocompresor de baja y alta presión . . . . .	274	17.3. Las diferentes relaciones . . . . .	305
15.9. Control electrónico de la sobrepresión . . . . .	275	17.4. Piñones desplazables . . . . .	306
15.9.1. Sobrepresión temporizada «over boost» . . . . .	276	17.4.1. Sistema de accionamiento . . . . .	308
15.10. Biturbo; en serie y paralelo . . . . .	276	17.5. Piñones en «toma constante». . . . .	309
15.10.1. En serie . . . . .	276	17.5.1. Sincronizadores. . . . .	309
15.10.2. En paralelo. . . . .	277	17.5.2. Piñones «silenciosos» (dentado helicoidal) . . . . .	310
15.11. Válvula de deceleración en el motor de gasolina . . . . .	278	17.6. Sincronizadores múltiples . . . . .	312
15.12. Particularidades de utilización del automóvil con turbocompresor . . . . .	279	17.7. Lubricación de la caja de cambios y del diferencial . . . . .	313
15.12.1. Turbocompresor refrigerado por «agua» . . . . .	280	17.7.1. Detalles del diferencial . . . . .	315
15.13. Compresor volumétrico . . . . .	280	17.7.2. Motor y caja de cambios agrupados . . . . .	316
15.14. Compresor y turbocompresor en el mismo motor . . . . .	281	17.8. Juntas de transmisión en ángulo . . . . .	316
15.15. Comparación de curvas de par y potencia. . . . .	282	17.8.1. Simples («crucetas»). . . . .	317
15.15.1. Atmosférico, volumétrico y turbocompresor. . . . .	282	17.8.2. Dobles (homocinéticas). . . . .	317
15.16. Modificaciones mecánicas en el automóvil sobrealimentado . . . . .	283	17.9. Sistemas de mando desde la palanca . . . . .	318
15.17. Aplicaciones de la sobrealimentación en motores de gasolina y diésel . . . . .	285	17.9.1. Directo. . . . .	318
15.18. Sobrealimentación eléctrica complementaria . . . . .	286	17.9.2. Por varillas. . . . .	319
		17.9.3. Por cables . . . . .	319
		17.10. Desarrollos de transmisión. . . . .	320
		17.10.1. Relación entre las RPM y los Km/h . . . . .	320
		17.10.2. Tipos de desarrollo; corto, neutro y largo . . . . .	321
		17.10.3. Tipos de relación; cerrada, abierta y media . . . . .	322
		17.10.4. Tipos de desarrollo y relación en función del motor . . . . .	322
		17.11. Más número de relaciones . . . . .	323
		17.12. Concepto técnico de «directa». . . . .	324
		17.13. Concepto de «over drive» . . . . .	325
		17.14. Caja de cambios compacta. . . . .	326
		17.15. Sistema de accionamiento pilotado secuencial. . . . .	326
		17.15.1. Palanca secuencial y programa automático. . . . .	328
		17.15.2. Con un embrague en seco . . . . .	328
		17.15.3. Con dos embragues en seco . . . . .	328
<b>16. Embrague . . . . .</b>	<b>287</b>		
16.1. Los tres elementos de acoplamiento . . . . .	288		
16.1.1. Volante motor . . . . .	289		
16.1.2. Disco de embrague . . . . .	289		
16.1.3. Plato de presión con diafragma . . . . .	289		
16.2. Funcionamiento . . . . .	291		
16.3. Punto de acoplamiento. . . . .	292		
16.3.1. Desgastes del embrague . . . . .	292		
16.4. Sistemas de mando. . . . .	293		
16.4.1. Por cable (reglaje) . . . . .	293		

17.15.4. Con dos embragues en baño de aceite . . . . .	329	18.13.2. Infinitas relaciones. . . . .	355
17.16. Diferencial autoblocante . . . . .	330	18.13.3. Sistema de arrastre de las poleas. . . . .	355
17.17. Diferencial torsen. . . . .	332	18.13.4. Palanca de selección . . . . .	356
17.18. Diferencial de pre reparto de par . . . . .	333	18.13.5. Conexión entre motor y caja de variación continua . . . . .	356
<b>18. Caja de cambios automática . . . . .</b>	<b>335</b>	18.14. Mantenimiento de la caja de cambios automática . . . . .	357
18.1. Concepto de caja automática . . . . .	336	18.15. Cuadro comparativo de los cuatro tipos de caja de cambios . . . . .	358
18.1.1. Sólo dos pedales; acelerador y freno . . . . .	336	<b>19. Rendimiento y consumo de combustible . . . . .</b>	<b>359</b>
18.1.2. Posiciones de la palanca . . . . .	336	19.1. Concepto de rendimiento . . . . .	360
18.1.3. Transmisión hidráulica del par. . . . .	337	19.1.1. Mínimo consumo . . . . .	360
18.2. El turboembrague. . . . .	337	19.2. Curva de rendimiento. . . . .	360
18.3. Convertidor de par . . . . .	339	19.3. Técnicas de conducción . . . . .	361
18.3.1. El estator y el reactor. . . . .	339	19.3.1. Económica. . . . .	361
18.3.2. Funcionamiento y multiplicación del par motor . . . . .	340	19.3.2. De alto rendimiento. . . . .	362
18.3.3. Particularidades del convertidor de par . . . . .	341	19.3.3. Prestacional. . . . .	362
18.4. Inserción electrohidráulica de las relaciones . . . . .	342	19.4. Relación entre aspectos técnicos y el consumo . . . . .	363
18.4.1. Embragues en baño de aceite . . . . .	342	19.4.1. Aerodinámica . . . . .	363
18.4.2. Distribuidor hidráulico y electroválvulas. . . . .	343	19.4.2. Rozamientos por rodadura . . . . .	363
18.4.3. Calculador electrónico. . . . .	344	19.4.3. Rozamientos internos del motor . . . . .	363
18.5. Número de relaciones . . . . .	345	19.4.4. Pérdidas de calor . . . . .	363
18.6. Umbrales de velocidad de paso de las relaciones . . . . .	345	19.4.5. Pérdidas de llenado . . . . .	364
18.6.1. Actuación sobre el acelerador . . . . .	345	19.4.6. Alimentación de combustible y encendido. . . . .	364
18.6.2. Efecto pie a fondo («kick down»). . . . .	346	19.4.7. Rozamientos de la transmisión . . . . .	364
18.7. Programas de selección manual . . . . .	347	19.5. Relación entre las prestaciones y características técnicas. . . . .	364
18.7.1. Económico, sport e invierno . . . . .	347	<b>20. Ruedas . . . . .</b>	<b>367</b>
18.8. Sistema auto adaptativo del paso de relaciones . . . . .	348	20.1. La rueda; neumático y llanta . . . . .	368
18.8.1. Orografía del terreno y peso transportado. . . . .	348	20.2. La huella. . . . .	368
18.8.2. Estilo de conducción . . . . .	348	20.3. Partes del neumático . . . . .	369
18.9. Accionamiento secuencial . . . . .	349	20.4. Partes de la llanta . . . . .	370
18.10. Tecnologías para reducir el consumo. . . . .	350	20.5. Neumático con y sin cámara . . . . .	371
18.10.1. Reducción del efecto «arrastre» en paradas . . . . .	350	20.6. Concepto de deriva. . . . .	372
18.10.2. Bloqueo del convertidor . . . . .	351	20.7. Características y estructura de los neumáticos . . . . .	373
18.10.3. Más número de relaciones. . . . .	351	20.7.1. Particularidades del perfil . . . . .	375
18.11. Concepto de «over drive» en caja automática . . . . .	352	20.7.2. Tablas de peso y velocidad . . . . .	376
18.12. Piñones epicicloidales . . . . .	352	20.7.3. Caducidad de los neumáticos . . . . .	377
18.13. Transmisión por variador continuo CVT. . . . .	354	20.8. Características de las llantas . . . . .	377
18.13.1. Detalle de las poleas cónicas de motor y ruedas . . . . .	354	20.8.1. Particularidades del bombeo «ET» . . . . .	378
		20.8.2. Llantas de aleación . . . . .	379
		20.9. Comparación de neumáticos de diferentes perfiles. . . . .	380
		20.10. Presión de los neumáticos . . . . .	381



20.10.1. Influencia en la deriva, estabilidad, consumo y desgaste. . . . .	382	21.5.4. Rótulas. . . . .	410
20.11. Los testigos de desgaste. . . . .	383	21.5.5. Amortiguadores. . . . .	410
20.12. Tipos de desgaste y fatiga de los neumáticos. . . . .	384	21.5.6. Barra estabilizadora antibalanceo. . . . .	411
20.12.1. Rotación de los neumáticos. . . . .	385	21.6. Detalles de los amortiguadores. . . . .	411
20.13. Concepto de planeo sobre el agua «aquaplaning» . . . . .	386	21.6.1. Amortiguador hidráulico monotubo. . . . .	411
20.13.1. Relación con la anchura y desgaste del neumático. . . . .	387	21.6.2. Amortiguador de gas y bitubo. . . . .	412
20.14. Particularidades del dibujo. . . . .	388	Amortiguador de gas. . . . .	412
20.15. Neumáticos de invierno y «M + S» . . . . .	389	Amortiguador bitubo. . . . .	413
20.16. Neumáticos de bajo rozamiento interno . . . . .	390	21.6.3. Efectos dinámicos del desgaste de los amortiguadores. . . . .	414
20.17. Círculo de adherencia . . . . .	391	21.7. Suspensión Mc Pherson. . . . .	416
20.17.1. Análisis en frenada . . . . .	392	21.7.1. Refuerzo transversal de la carrocería. . . . .	417
20.17.2. Análisis con propulsión; aceleración. . . . .	392	21.8. Particularidades de la barra estabilizadora antibalanceo. . . . .	417
20.17.3. Análisis con propulsión; curva. . . . .	393	21.9. Elementos elásticos. . . . .	419
20.17.4. Análisis con tracción; aceleración. . . . .	393	21.9.1. Ballestas. . . . .	419
20.17.5. Análisis con tracción; curva. . . . .	393	21.9.2. Muelles. . . . .	421
20.18. Neumáticos que pueden rodar temporalmente sin aire «run flat». . . . .	394	21.9.3. Barras de torsión. . . . .	422
20.19. Información de rueda pinchada en el cuadro. . . . .	396	21.9.4. Conjuntos hidroneumáticos. . . . .	423
20.19.1. Por sensores de presión y temperatura. . . . .	396	21.9.5. Conjuntos neumáticos. . . . .	424
20.19.2. Por velocidad de ruedas. . . . .	397	21.10. Compromiso confort – estabilidad; influencia de los amortiguadores. . . . .	426
20.19.3. Actuaciones tras pinchazo o reventón con neumáticos run flat. . . . .	397	21.11. Amortiguadores de dureza variable. . . . .	426
20.20. La rueda de repuesto. . . . .	398	21.11.1. Mecánico. . . . .	427
20.21. Cálculo de la circunferencia dinámica del neumático. . . . .	398	21.11.2. Electrónico de pasos variables. . . . .	428
20.22. Diagrama del comportamiento de un neumático. . . . .	399	21.11.3. Electrónico por densidad variable del aceite. . . . .	430
20.23. Mantenimiento de los neumáticos. . . . .	400	21.12. Estabilizadora activa variable. . . . .	430
20.24. Rueda «tweel». . . . .	401	21.13. Suspensión de apoyo variable en la carrocería. . . . .	433
<b>21. Suspensión. . . . .</b>	<b>403</b>	21.14. Eje torsional trasero. . . . .	434
21.1. Oscilaciones de la carrocería. . . . .	404	21.15. Eje trasero direccional. . . . .	435
21.2. El centro de gravedad. . . . .	405	21.16. Suspensión trasera multilink (multibrazo) con geometría adaptativa. . . . .	436
21.3. Los dos tipos de suspensión. . . . .	405	21.17. Suspensión delantera autonivelante. . . . .	439
21.3.1. Eje rígido. . . . .	406	21.18. Geometría de suspensión y dirección. . . . .	440
21.3.2. Independiente. . . . .	406	21.18.1. Avance, pivote y caída. . . . .	440
21.4. Concepto de masa no suspendida. . . . .	406	21.18.2. Radio de pivotamiento. . . . .	441
21.5. Elementos de la suspensión. . . . .	408	21.18.3. Paralelo y alineación. . . . .	443
21.5.1. Flexibles o elásticos. . . . .	408	21.18.4. Geometría del tren trasero. . . . .	444
21.5.2. Uniones rueda – carrocería. . . . .	408	21.19. Suspensión con mangueta desacoplada. . . . .	444
21.5.3. Silent – blocs. . . . .	409	21.20. Suspensión por eje De Dion. . . . .	445
		21.21. Paralelogramo De Watt. . . . .	447
		21.22. Mantenimiento de la suspensión. . . . .	447
		<b>22. Transmisión integral. . . . .</b>	<b>449</b>
		22.1. Concepto de «4x4». . . . .	450

22.2. Relación entre el par en rueda y la adherencia . . . . .	451	23.7.4. Eléctrica . . . . .	492
22.2.1. Propulsión, tracción y 4x4 . . . . .	451	23.8. Reglajes de la dirección . . . . .	493
22.3. Tipos de transmisión integral . . . . .	452	23.8.1. Relación con el desgaste de neumáticos delanteros . . . . .	493
22.3.1. Conectable manual . . . . .	453	23.9. Equilibrado de ruedas . . . . .	494
22.3.2. Particularidades todoterreno . . . . .	454	23.10. Dirección activa . . . . .	495
22.3.3. Permanente con diferencial central . . . . .	457	23.11. Dirección en las ruedas traseras . . . . .	496
22.3.4. Permanente con diferencial central de reparto asimétrico de par . . . . .	459	23.12. Relación entre la rigidez de la carrocería y la estabilidad . . . . .	498
22.3.5. Conectable automáticamente . . . . .	461	23.13. Dirección por cable «steer by wire» . . . . .	499
22.3.6. Diferenciales de deslizamiento limitado . . . . .	467	23.14. Mantenimiento de la dirección . . . . .	500
22.3.7. 4x4 permanente con diferencial central autobloqueable . . . . .	467	<b>24. Frenos . . . . .</b>	<b>501</b>
22.4. Aplicaciones de la transmisión integral . . . . .	468	24.1. Concepto de freno . . . . .	502
22.4.1. Todoterreno . . . . .	468	24.1.1. Sistemas de tambor y disco . . . . .	502
22.4.2. Todoterreno ligero o todocamino . . . . .	468	24.1.2. Tambor . . . . .	502
22.4.3. Turismo 4x4 . . . . .	469	24.1.3. Disco . . . . .	503
22.4.4. Prestacional . . . . .	469	24.2. Circuito hidráulico simple . . . . .	503
22.5. Estructura de carrocería para 4x4 . . . . .	469	24.2.1. La bomba de frenos y los bombines receptores de ruedas . . . . .	504
22.6. Suspensiones para 4x4 . . . . .	471	24.2.2. Nivel del líquido y testigos de mínimo y desgaste de pastillas . . . . .	506
22.7. Neumáticos para 4x4 . . . . .	472	24.2.3. Autoaproximación de pastillas . . . . .	506
22.8. Cotas todo terreno . . . . .	473	24.3. Regulador de frenada trasera . . . . .	507
22.9. Otras implantaciones 4x4 . . . . .	475	24.4. Fuga de líquido en circuito hidráulico simple . . . . .	509
22.10. Particularidades de los sistemas 4x4 . . . . .	476	24.5. Circuitos independientes delante – atrás «II» . . . . .	510
<b>23. Dirección . . . . .</b>	<b>479</b>	24.6. Circuitos independientes en diagonal «X» . . . . .	511
23.1. Giro simultáneo de las ruedas delanteras . . . . .	480	24.6.1. Relación con la geometría de la suspensión delantera . . . . .	511
23.1.1. La barra de dirección . . . . .	480	24.7. Particularidades del radio de pivotamiento en la dinámica del automóvil . . . . .	512
23.2. Geometría de la dirección . . . . .	481	24.7.1. Con radio de pivotamiento positivo . . . . .	513
23.2.1. Diferente ángulo de giro de las ruedas . . . . .	481	24.7.2. Con radio de pivotamiento negativo . . . . .	513
23.3. Accionamiento de la barra de dirección desde el volante . . . . .	482	24.8. Doble circuito . . . . .	514
23.3.1. Tornillo «sin fin»; caja de dirección . . . . .	483	24.9. Fatiga de los frenos «fading» . . . . .	515
23.4. Barra de dirección con suspensión independiente . . . . .	483	24.9.1. Cristalización de las pastillas . . . . .	515
23.5. Dirección de cremallera . . . . .	484	24.9.2. Ebullición del líquido . . . . .	515
23.6. Características de la dirección . . . . .	486	24.10. Discos ventilados . . . . .	516
23.6.1. Diámetro de giro . . . . .	487	24.11. Comparación tambor – disco . . . . .	517
23.6.2. Número de vueltas de volante entre topes . . . . .	487	24.12. Pinzas deslizantes . . . . .	518
23.6.3. Relación de desmultiplicación . . . . .	487	24.13. Asistencia al freno («servofreno»); con y sin mariposa . . . . .	520
23.7. Dirección asistida . . . . .	487	24.13.1. Con mariposa . . . . .	521
23.7.1. Hidráulica . . . . .	487	24.13.2. Sin mariposa . . . . .	521
23.7.2. Hidráulica de dureza variable . . . . .	490	24.14. Freno de estacionamiento . . . . .	522
23.7.3. Electrohidráulica de dureza variable . . . . .	491		

24.14.1. Eléctrico . . . . .	524	25.11. Frenos electrohidráulicos . . . . .	561
24.15. Calidad de frenada . . . . .	526	25.12. Frenos eléctricos «brake by wire» . . . . .	561
24.16. Mantenimiento y particularidades de los frenos . . . . .	526	<b>26. Circuito eléctrico . . . . .</b>	<b>563</b>
24.16.1. Pastillas . . . . .	527	26.1. Concepto de circuito eléctrico . . . . .	564
24.16.2. Zapatas . . . . .	527	26.1.1. Acumulador de corriente; batería . . . . .	565
24.16.3. Líquido de frenos . . . . .	527	26.1.2. Cableado eléctrico . . . . .	565
24.16.4. Discos y tambores . . . . .	528	26.1.3. Consumidor eléctrico . . . . .	565
24.17. Implantaciones de frenos . . . . .	529	26.1.4. Interruptor . . . . .	566
<b>25. ABS y sus derivados . . . . .</b>	<b>535</b>	26.1.5. Fusible . . . . .	566
25.1. Efectos del deslizamiento de ruedas por frenada y aceleración . . . . .	536	26.2. Circuito eléctrico en el automóvil . . . . .	567
25.2. Detalles del deslizamiento de ruedas y valor límite . . . . .	537	26.2.1. Los tres elementos principales . . . . .	567
25.2.1. Por aceleración . . . . .	537	26.2.2. Testigo de carga de la batería . . . . .	568
25.2.2. Por frenada . . . . .	537	26.2.3. Concepto de «masa» . . . . .	568
25.3. Valor límite de deslizamiento de ruedas . . . . .	538	26.3. Detalles de la batería . . . . .	568
25.4. Sistema antibloqueo de frenos; ABS . . . . .	539	26.4. Esquema eléctrico simplificado . . . . .	571
25.4.1. Grupo electrohidráulico . . . . .	539	26.4.1. Cableado y consumidores eléctricos . . . . .	571
25.4.2. Electroválvulas entre pedal y ruedas (EV) . . . . .	539	26.4.2. Interruptores manuales y automáticos . . . . .	571
25.4.3. Calculador electrónico . . . . .	539	26.4.3. Conectores . . . . .	572
25.4.4. Sensores de velocidad de ruedas . . . . .	540	26.4.4. Fusibles . . . . .	572
25.4.5. Bomba eléctrica . . . . .	540	26.4.5. Concepto de «relé» . . . . .	572
25.5. Fases de funcionamiento del ABS . . . . .	540	26.5. Calculadores y módulos electrónicos . . . . .	575
25.6. Complementos de seguridad activa derivados del ABS . . . . .	541	26.5.1. Detalles de funcionamiento . . . . .	575
25.6.1. Regulador electrónico de frenada trasera RFT . . . . .	542	26.5.2. Multiplexado . . . . .	578
25.6.2. Sensores de deceleración/aceleración . . . . .	543	26.6. Fibra óptica . . . . .	583
25.6.3. Control de frenada en curva CFC . . . . .	544	26.7. Alternador desconectable . . . . .	583
25.6.4. Potenciador de frenada de emergencia PFE . . . . .	545	26.8. Alterno – arranque . . . . .	584
25.6.5. Control de tracción en aceleración CTA . . . . .	546	26.9. Cuadro de instrumentos . . . . .	585
25.6.6. Control de retención del motor CRM . . . . .	549	26.10. Coche sin llave . . . . .	587
25.6.7. Control de estabilidad y trayectoria en curva CETC . . . . .	550	26.11. Sensor de aparcamiento . . . . .	589
25.6.8. Control de descenso de pendientes en 4x4 CDP . . . . .	552	26.12. Navegador . . . . .	590
25.6.9. Control antivuelco CAV . . . . .	553	26.13. Sistemas de alarma antirrobo . . . . .	591
25.7. Funciones complementarias adicionales . . . . .	554	26.13.1. Protección periférica . . . . .	591
25.8. Cuadro de situaciones . . . . .	557	26.13.2. Protección volumétrica . . . . .	591
25.9. Relación del ABS y sus derivados con otros elementos del automóvil . . . . .	558	26.14. Conducción por cable «drive by wire» . . . . .	592
25.9.1. Neumáticos, suspensión y frenos . . . . .	559	26.15. Mantenimiento del circuito eléctrico . . . . .	593
25.10. Soluciones al círculo de adherencia . . . . .	559	<b>27. Climatización . . . . .</b>	<b>597</b>
		27.1. Concepto de climatización . . . . .	598
		27.2. Elementos de climatización y funciones . . . . .	599
		27.2.1. Circuito de recirculación . . . . .	600
		27.3. Panel de mandos . . . . .	601
		27.4. Circulación y distribución del aire . . . . .	602
		27.5. Efecto deshumidificador del aire acondicionado . . . . .	605
		27.6. Control automático de la temperatura del habitáculo . . . . .	607

27.7. Climatización independiente . . . . .	609	30.1.2. Proveedores . . . . .	647
27.8. Filtros para el aire exterior . . . . .	610	30.1.3. Consultores . . . . .	647
27.9. Generación de calor y frío . . . . .	610		
27.9.1. Particularidades del compresor de aire acondicionado . . . . .	613	<b>31. Interpretación de la prensa especializada . . . . .</b>	<b>649</b>
27.9.2. Particularidades del fluido de climatización . . . . .	616	31.1. Controles y mediciones . . . . .	650
27.10. Desgastes y mantenimiento . . . . .	616	31.1.1. Velocidad máxima . . . . .	650
27.11. Climatización global ergonómica . . . . .	619	31.1.2. Aceleración . . . . .	651
		31.1.3. Recuperación o reprís . . . . .	652
		31.1.4. Adelantamiento . . . . .	652
		31.1.5. Distancias y tiempos de parada al frenar . . . . .	653
<b>28. Elementos arrastrados por el motor . . . . .</b>	<b>621</b>	31.1.6. Consumos de combustible . . . . .	654
28.1. Bomba de aceite . . . . .	622	31.1.7. Sonoridad . . . . .	655
28.2. Bomba de agua . . . . .	623	31.2. Condiciones de la prueba . . . . .	655
28.3. Alternador . . . . .	624	31.3. Comentarios del probador . . . . .	656
28.4. Compresor de aire acondicionado . . . . .	624	31.4. Relación entre las características del automóvil y las prestaciones . . . . .	657
28.5. Bomba de depresión (servofreno) . . . . .	625	31.5. Complementos a las características técnicas . . . . .	658
28.6. Bomba de servodirección (hidráulica) . . . . .	625	31.6. Ficha de características técnicas . . . . .	658
		31.7. Ficha de resultados de la prueba . . . . .	659
<b>29. Sistemas de propulsión ecológicos . . . . .</b>	<b>627</b>	31.8. Los cuadros técnicos . . . . .	660
29.1. El automóvil y el medio ambiente . . . . .	628	31.8.1. Par y potencia . . . . .	660
29.2. Combustión simultánea y homogénea (HCCI) . . . . .	629	31.8.2. Desarrollos de transmisión . . . . .	660
29.2.1. Medios para su aplicación . . . . .	631	31.8.3. Prestaciones . . . . .	661
29.3. Motor de ciclo Atkinson de «5 tiempos» . . . . .	631	31.8.4. Análisis de pruebas comparativas . . . . .	661
29.4. Cogeneración térmica . . . . .	632	31.9. Ficha resumen de conceptos y sus aportaciones . . . . .	662
29.5. Motor de combustión de hidrógeno . . . . .	633		
29.6. Biocombustibles . . . . .	634	<b>32. Técnicas de conducción . . . . .</b>	<b>663</b>
29.7. Propulsión eléctrica con baterías . . . . .	634	32.1. Postura de conducción . . . . .	664
29.8. Propulsión híbrida; térmica y eléctrica . . . . .	636	32.2. Manejo del volante . . . . .	664
29.9. Propulsión eléctrica con pila de combustible . . . . .	638	32.3. «Slalom» y adelantamiento . . . . .	665
29.10. Relación entre la conducción y contaminación . . . . .	639	32.3.1. «Slalom» . . . . .	665
29.11. Reciclaje del automóvil . . . . .	641	32.3.2. Adelantamiento . . . . .	665
		32.4. Trazado de curvas . . . . .	666
<b>30. Evolución de los procesos de diseño y fabricación del automóvil . . . . .</b>	<b>645</b>	32.4.1. Puntos de referencia. Zonas de la curva . . . . .	666
30.1. Fabricación del automóvil . . . . .	646	32.4.2. Curvas enlazadas . . . . .	667
30.1.1. Formación y asistencia técnica . . . . .	646		