

Mantenimiento
mecánico
preventivo
del vehículo

Consulte nuestra página web: www.sintesis.com
En ella encontrará el catálogo completo y comentado

Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo

Carlos Díaz-Alejo Albo



Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs. Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos (www.cedro.org) vela por el respeto de los citados derechos.


EDITORIAL
SÍNTESIS

Índice

PRESENTACIÓN	13
1. EL AUTOMÓVIL: MANTENIMIENTO, SEGURIDAD Y PROTECCIÓN AMBIENTAL	15
Objetivos.....	15
Mapa conceptual.....	16
Glosario.....	16
1.1. Automóviles.....	17
1.1.1. Componentes básicos de un automóvil.....	17
1.1.2. Mantenimiento de un automóvil.....	18
1.2. Mantenimiento mecánico.....	19
1.2.1. Mantenimiento preventivo.....	19
1.2.2. Otros tipos de mantenimiento.....	21
1.3. Mantenimiento de cambio de turno.....	22
1.3.1. Revisión de la ambulancia.....	22
1.3.2. Técnicas y productos de limpieza.....	24
1.4. Normas de seguridad y protección ambiental.....	25
1.4.1. Normas de seguridad personal.....	25
1.4.2. Normas de protección ambiental.....	26
Resumen.....	28
Ejercicios propuestos.....	28
Supuesto práctico.....	29
Debate en clase.....	30
Actividades de autoevaluación.....	30
2. EL MOTOR TÉRMICO	33
Objetivos.....	33
Mapa conceptual.....	34
Glosario.....	34

© Carlos Díaz-Alejo Albo

© EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.
Vallehermoso, 34. 28015 Madrid
Teléfono: 91 593 20 98
www.sintesis.com

ISBN: 978-84-9171-165-0
Depósito Legal: M-11.759-2018

Impreso en España - Printed in Spain

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquier otro, sin la autorización previa por escrito de Editorial Síntesis, S. A.

2.1. Los motores térmicos.....	35
2.1.1. Definición de motor térmico.....	35
2.1.2. Tipos de motores térmicos.....	37
2.2. Componentes de los motores térmicos.....	37
2.2.1. Componentes comunes de todos los motores térmicos.....	38
2.2.2. Componentes específicos de cada tipo de motor térmico.....	39
2.3. Ciclos teóricos de funcionamiento de los motores térmicos.....	39
2.3.1. Ciclo teórico de funcionamiento del motor Otto.....	41
2.3.2. Ciclo teórico de funcionamiento del motor diésel.....	42
2.4. Motores policilíndricos.....	43
2.4.1. Clasificación de los motores policilíndricos.....	44
2.4.2. Motores de cuatro cilindros en línea.....	48
Resumen.....	48
Ejercicios propuestos.....	49
Supuesto práctico.....	50
Debate en clase.....	50
Actividades de autoevaluación.....	53
3. EL MOTOR DIÉSEL.....	53
Objetivos.....	54
Mapa conceptual.....	54
Glosario.....	55
3.1. Principio de funcionamiento.....	56
3.2. Partes de un motor diésel.....	57
3.3. Cámaras de combustión para motores diésel.....	57
3.3.1. Cámara de inyección directa.....	57
3.3.2. Cámara de inyección indirecta o de turbulencia.....	58
3.4. Ciclos del motor de cuatro tiempos diésel.....	58
3.4.1. Ciclo teórico del motor de cuatro tiempos diésel.....	59
3.4.2. Ciclo práctico o real del motor de cuatro tiempos diésel.....	60
3.5. Combustible.....	61
3.6. Mantenimiento del motor diésel.....	61
3.7. Averías comunes del motor diésel.....	62
Resumen.....	62
Ejercicios propuestos.....	63
Supuesto práctico.....	64
Debate en clase.....	64
Actividades de autoevaluación.....	67
4. SISTEMAS AUXILIARES DEL MOTOR I: DISTRIBUCIÓN Y REFRIGERACIÓN.....	67
Objetivos.....	68
Mapa conceptual.....	68
Glosario.....	69
4.1. Sistemas auxiliares del motor.....	70
4.2. Distribución.....	71
4.2.1. Ciclo de funcionamiento real del motor diésel.....	72
4.2.2. Problemas con el ciclo de funcionamiento teórico.....	72
4.2.3. Modificaciones sobre el ciclo teórico.....	72

4.2.4. Elementos que componen la distribución.....	74
4.2.5. Tipos de distribución.....	76
4.2.6. Mantenimiento y reparaciones simples.....	77
4.3. Refrigeración.....	78
4.3.1. Refrigeración por agua.....	79
4.3.2. Mantenimiento y reparaciones simples.....	83
Resumen.....	87
Ejercicios propuestos.....	87
Supuesto práctico.....	88
Debate en clase.....	88
Actividades de autoevaluación.....	89
5. SISTEMAS AUXILIARES DEL MOTOR II: LUBRICACIÓN.....	91
Objetivos.....	91
Mapa conceptual.....	92
Glosario.....	92
5.1. Finalidad de la lubricación.....	93
5.2. Tipos de lubricación.....	94
5.2.1. Lubricación por mezcla.....	94
5.2.2. Lubricación por salpicadura.....	94
5.2.3. Lubricación a presión.....	95
5.3. Lubricantes.....	97
5.3.1. Base de un aceite lubricante.....	97
5.3.2. Clasificación de aceites lubricantes.....	97
5.3.3. Aditivos más utilizados.....	98
5.4. Mantenimiento del sistema de lubricación.....	99
5.4.1. Cambios periódicos de aceite.....	99
5.4.2. Cambios de filtro de aceite.....	101
5.4.3. Medición de nivel de aceite.....	102
5.5. Averías comunes del sistema de lubricación.....	103
5.5.1. Motor gripado.....	103
5.5.2. Estropear la rosca del tornillo de evacuación del cárter.....	103
5.5.3. Pérdidas de aceite.....	103
Resumen.....	105
Ejercicios propuestos.....	105
Supuesto práctico.....	106
Debate en clase.....	106
Actividades de autoevaluación.....	107
6. SISTEMAS AUXILIARES DEL MOTOR III: ALIMENTACIÓN Y SOBREALIMENTACIÓN DIÉSEL.....	109
Objetivos.....	109
Mapa conceptual.....	110
Glosario.....	110
6.1. Sistema de alimentación diésel.....	111
6.1.1. Circuito de alimentación de combustible.....	111
6.1.2. Circuito de alimentación de aire.....	115
6.1.3. Sistemas sobrealimentados.....	115

6.2. Mantenimiento del sistema de alimentación y sobrealimentación.....	117
6.2.1. Cambio del filtro de gasoil.....	117
6.2.2. Cambio del filtro de aire.....	118
6.2.3. Conducción preventiva en sistemas con turbocompresor.....	119
6.3. Averías comunes del sistema de alimentación y sobrealimentación.....	119
6.3.1. Aire en el circuito de alimentación de combustible.....	119
6.3.2. Desconexión en canalización de admisión de aire.....	120
6.3.3. Humo de escape gris claro.....	120
6.3.4. Humo de escape negro.....	121
Resumen.....	121
Ejercicios propuestos.....	122
Supuesto práctico.....	122
Debate en clase.....	123
Actividades de autoevaluación.....	123
7. EL SISTEMA ELÉCTRICO.....	125
Objetivos.....	125
Mapa conceptual.....	126
Glosario.....	126
7.1. Conocimientos básicos de electricidad.....	127
7.1.1. Electricidad.....	127
7.1.2. Tensión eléctrica.....	128
7.1.3. Corriente eléctrica.....	128
7.1.4. Conductividad eléctrica.....	128
7.1.5. Corriente alterna y corriente continua.....	129
7.1.6. Ley de Ohm.....	129
7.1.7. Potencia eléctrica.....	130
7.2. Conocimientos básicos sobre magnetismo.....	130
7.3. Elementos de circuitos eléctricos.....	132
7.3.1. Interruptor.....	132
7.3.2. Bobina.....	133
7.3.3. Condensador.....	133
7.3.4. Diodo.....	133
7.3.5. Fusibles.....	134
7.4. Conexiones de circuitos.....	135
7.4.1. Conexión en serie.....	135
7.4.2. Conexión en paralelo.....	136
7.5. Instrumentos de medida.....	137
7.5.1. Multímetro.....	137
7.5.2. Pinza amperimétrica.....	138
7.6. Circuitos del sistema eléctrico de un vehículo.....	139
7.6.1. Circuito de producción y almacenaje de energía.....	140
7.6.2. Sistema de encendido (motores de explosión).....	144
7.6.3. Circuito de caldeo diésel.....	145
7.6.4. Circuito de arranque.....	146
7.6.5. Circuito de iluminación.....	147
7.6.6. Circuito de accesorios.....	148
7.7. Mantenimiento del sistema eléctrico.....	149
7.7.1. Mantenimiento de baterías.....	149

7.7.2. Sustitución de la batería.....	149
7.7.3. Revisión del sistema de iluminación.....	150
7.7.4. Mantenimiento del sistema de encendido.....	150
7.8. Averías comunes del sistema eléctrico.....	151
7.8.1. El vehículo no arranca.....	151
7.8.2. Fallos en el sistema de iluminación.....	153
7.8.3. Motor diésel con dificultad para arrancar en frío.....	154
Resumen.....	155
Ejercicios propuestos.....	156
Supuesto práctico.....	157
Debate en clase.....	158
Actividades de autoevaluación.....	158
8. EL SISTEMA DE FRENADO.....	161
Objetivos.....	161
Mapa conceptual.....	162
Glosario.....	162
8.1. Misión del sistema de frenado.....	163
8.1.1. Principio físico de funcionamiento.....	164
8.2. Circuito de frenado principal.....	164
8.2.1. Cilindro principal.....	165
8.2.2. Frenos de tambor.....	165
8.2.3. Frenos de disco.....	166
8.2.4. Repartidor de frenada.....	167
8.2.5. Servofrenos.....	167
8.2.6. Líquido de frenos.....	169
8.3. Freno de estacionamiento.....	169
8.4. Circuito de frenado de asistencia.....	170
8.5. Sistemas de ayuda a la conducción y frenada.....	171
8.5.1. ABS.....	171
8.5.2. Control de estabilidad.....	172
8.5.3. Control de tracción.....	172
8.6. Mantenimiento del sistema de frenos.....	174
8.6.1. Revisión del nivel del líquido de frenos.....	174
8.6.2. Sustitución del líquido de frenos.....	174
8.6.3. Supervisión del desgaste de las superficies de fricción.....	175
8.7. Averías comunes del sistema de frenos.....	175
8.7.1. Frenada desequilibrada.....	175
8.7.2. El pedal de freno ofrece resistencia, pero se hunde si se mantiene pisado.....	175
8.7.3. El pedal de freno vibra al frenar.....	176
8.7.4. El pedal se hunde sin resistencia y el vehículo no frena.....	176
8.7.5. Ruido excesivo al frenar.....	176
8.7.6. Pedal de freno demasiado duro.....	177
Resumen.....	177
Ejercicios propuestos.....	178
Supuesto práctico.....	178
Debate en clase.....	178
Actividades de autoevaluación.....	179

9. EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	181
Objetivos	181
Mapa conceptual	182
Glosario	183
9.1. Misión del sistema de transmisión	183
9.2. Tipos de transmisión	184
9.2.1. Tracción con motor delantero	184
9.2.2. Propulsión con motor delantero	185
9.2.3. Transmisión total	186
9.3. Elementos del sistema	186
9.3.1. Embrague	190
9.3.2. Caja de cambios	192
9.3.3. Árbol de transmisión	193
9.3.4. Diferencial	195
9.3.5. Palier	195
9.4. Mantenimiento del sistema de transmisión	196
9.4.1. Embrague	196
9.4.2. Caja de cambios	196
9.4.3. Árbol de transmisión	196
9.4.4. Diferencial	197
9.4.5. Palieres	197
9.5. Averías comunes del sistema de transmisión	197
9.5.1. El embrague patina con el pedal suelto	197
9.5.2. El pedal de embrague solo actúa en el final de su recorrido	197
9.5.3. Las marchas entran con dificultad	197
9.5.4. Guardapolvos del palier roto	198
9.5.5. Ruido en el palier al girar	198
9.5.6. Vibración a determinadas revoluciones en el árbol de transmisión	198
Resumen	199
Ejercicios propuestos	199
Supuesto práctico	200
Debate en clase	200
Actividades de autoevaluación	200
10. EL SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y EL SISTEMA DE DIRECCIÓN	203
Objetivos	203
Mapa conceptual	204
Glosario	205
10.1. Suspensión	205
10.1.1. Funciones de la suspensión	206
10.1.2. Ruedas	211
10.1.3. Otros elementos de la suspensión	214
10.1.4. Tipos de suspensiones	215
10.1.5. Mantenimiento y reparaciones simples de la suspensión	218
10.2. Dirección	218
10.2.1. Geometría de la dirección	220
10.2.2. Sistema de dirección por cremallera	221
10.2.3. Sistema de dirección asistida	221
10.2.4. Mantenimiento y reparaciones simples de la dirección	222

10.2.5. Avería más común de la dirección: desgaste incorrecto de los neumáticos	224
Resumen	224
Ejercicios propuestos	225
Supuesto práctico	226
Debate en clase	226
Actividades de autoevaluación	227
11. RUEDAS: NEUMÁTICOS Y LLANTAS	229
Objetivos	229
Mapa conceptual	230
Glosario	230
11.1. Elementos de la rueda	231
11.1.1. Parte metálica	232
11.1.2. Parte neumática	234
11.2. Tipos de neumáticos	235
11.3. Tipos de cubiertas	235
11.3.1. Materiales de las cubiertas	237
11.4. Elección del neumático	237
11.5. Tipos de montaje de las ruedas	238
11.6. Válvula	239
11.7. Neumáticos especiales	240
11.8. Homologación	241
11.9. Nomenclatura	241
11.10. Recauchutado	243
11.11. Empleo de cadenas	244
11.12. Principales factores que influyen en la seguridad y en el rendimiento de los neumáticos	244
11.13. Mantenimiento de las ruedas	247
Resumen	248
Ejercicios propuestos	249
Supuesto práctico	249
Debate en clase	250
Actividades de autoevaluación	250

Presentación

La atención del personal sanitario de los servicios de emergencia es algo que todos, en algún momento de nuestra vida, hemos precisado o presenciado con algún familiar o amigo. Por eso, es muy importante que dicho personal esté lo mejor preparado posible, y para ello es fundamental una formación multidisciplinar que garantice que cuando se enfrenten a situaciones reales, estén perfectamente preparados.

El objetivo primordial de este libro es formar al futuro profesional sobre los aspectos mecánicos más importantes que afectan al vehículo con el que trabaja y que repercuten sobre sus ocupantes y usuarios de la vía por la que transita. Indica, aparte de características importantes de los diversos sistemas del vehículo (sistemas eléctrico, de frenos, de transmisión, etc.), las operaciones principales de mantenimiento de cada uno y los procedimientos que seguir para resolver posibles averías que puedan ocurrir en el vehículo. En conclusión, unos conocimientos y habilidades que forman parte del profesional de asistencia sanitaria y que lo convertirán, junto con el conocimiento y dominio de otras materias, en un profesional indispensable para las personas que precisen asistencia sanitaria.

Este libro está dirigido principalmente a los estudiantes del Ciclo Formativo de Grado Medio de Técnico en Emergencias Sanitarias, aunque es un material muy útil como complemento para todas las personas interesadas en la mecánica y el mantenimiento preventivo del vehículo. Desarrolla lo estipulado en el Real Decreto 1397/2007, de 29 de octubre, por el que se establece el título de Técnico en Emergencias Sanitarias y se fijan sus enseñanzas mínimas (BOE 282, 24/11/2007) para el módulo profesional de Mantenimiento Mecánico Preventivo del Vehículo; y enlaza con el certificado de cualificación profesional de Transporte Sanitario (SAN025_2). (RD 295/2004, 20 febrero), a través de la unidad de competencia UC0069_1: Mantener preventivamente el vehículo sanitario y controlar la dotación material de este.

Los contenidos se estructuran conforme a los siguientes capítulos:

1. El automóvil: mantenimiento, seguridad y protección ambiental.
2. El motor térmico.

3. El motor diésel.
4. Sistemas auxiliares del motor I: distribución y refrigeración.
5. Sistemas auxiliares del motor II: lubricación.
6. Sistemas auxiliares del motor III: alimentación y sobrealimentación diésel.
7. El sistema eléctrico.
8. El sistema de frenado.
9. El sistema de transmisión.
10. El sistema de suspensión y el sistema de dirección.
11. Ruedas: neumáticos y llantas.

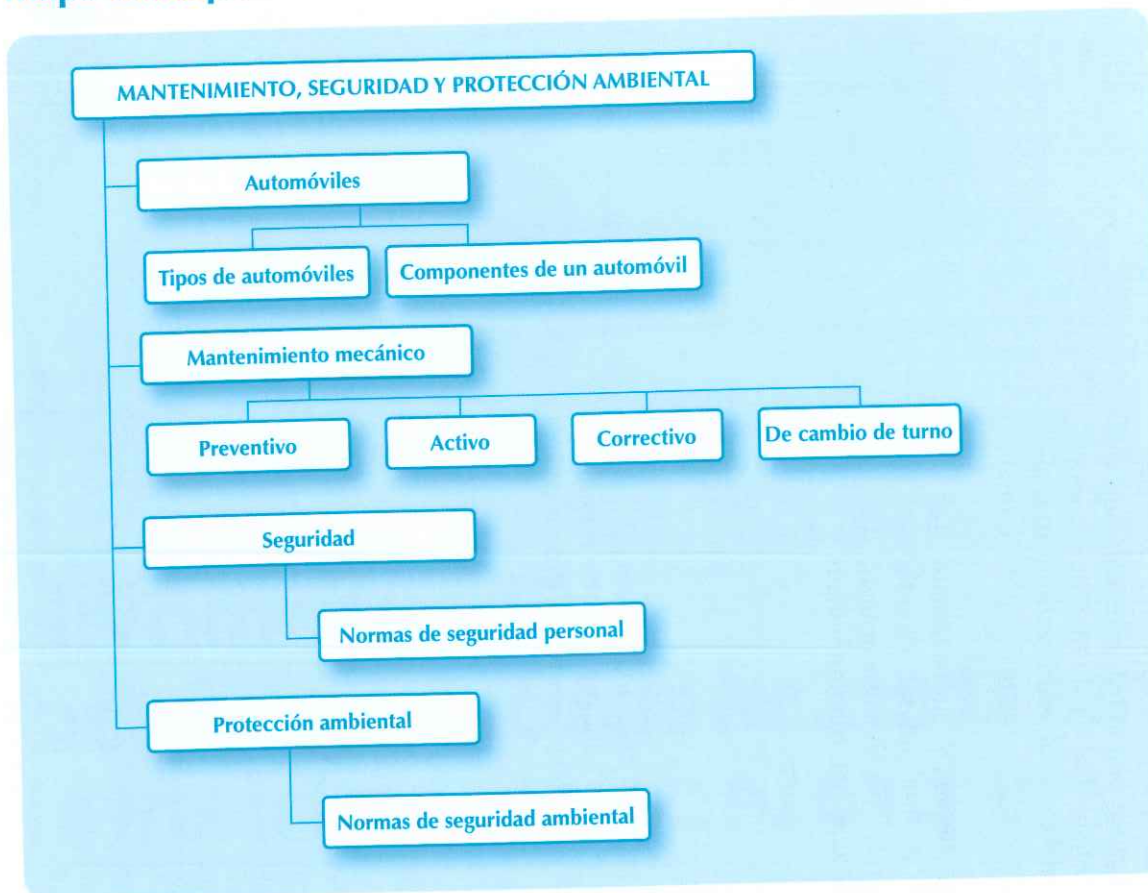
Además de la explicación de los contenidos que componen los distintos capítulos, la obra pone a disposición del lector y del profesional encargado de la docencia de esta materia actividades propuestas como canal para conseguir que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea satisfactorio para todos, así como actividades de autoevaluación, supuestos prácticos, temas para debatir, resúmenes finales, figuras y recursos con acceso a vídeos explicativos, etc., que facilitarán este proceso, sin olvidar en cada capítulo un mapa conceptual con los contenidos que se van a desarrollar y un glosario en el que se explican los términos que pudieran resultar más novedosos o confusos para el estudiante y que son de especial importancia para la comprensión del texto.

El automóvil: mantenimiento, seguridad y protección ambiental

Objetivos

- ✓ Saber qué es un automóvil.
- ✓ Diferenciar los diversos tipos de operaciones de mantenimiento que requieren los automóviles.
- ✓ Identificar los documentos que debemos llevar en la ambulancia.
- ✓ Conocer las normas de seguridad y protección ambiental que debemos seguir.

Mapa conceptual



Glosario

Cromado. Acción y efecto de cromar.

Cromar. Dar un baño de cromo a los objetos metálicos para hacerlos inoxidables.

Ruedas directrices. Ruedas cuya alineación puede ser modificada, directa o indirectamente, por el conductor, en relación con el eje longitudinal del vehículo para determinar la dirección de marcha de este. En las ruedas directrices se incluye el eje en torno al que giran para determinar la dirección de marcha del vehículo.

Ruedas motrices. Ruedas que reciben el movimiento generado en el motor y que transmiten al suelo, posibilitando el movimiento del vehículo. Si las ruedas motrices son las traseras es un vehículo de propulsión, si son las delanteras es un vehículo de tracción, y si son las cuatro, es un vehículo de tracción total.

1.1. Automóviles

Aunque el uso del automóvil está extendido en todo el mundo, conviene definir el concepto y ver los tipos que existen.

Como su nombre indica, un *automóvil* es un vehículo capaz de desplazarse (*móvil*) por sí mismo (*auto*). Esta definición engloba muchos tipos distintos de vehículos:

- *Automóviles de uso particular:* berlinas, 4 × 4, etc. (figura 1.1).
- *Automóviles de servicio:* ambulancias, vehículos de bomberos, etc. (figura 1.2).
- *Automóviles pesados:* camiones, autocares, etc.
- *Automóviles agrícolas:* tractores, cosechadoras, etc.
- *Automóviles de obras públicas:* apisonadoras, alquitranadoras, etc.
- *Automóviles militares:* tanques, tanquetas, etc.
- *Otros automóviles:* elevadores, escaleras de avión, etc.

Este libro se centrará en el estudio de uno de estos tipos de automóvil, concretamente las ambulancias, aunque se estudiarán algunos aspectos generales, comunes a la mayoría de los vehículos.

Una ambulancia es un automóvil diseñado para proporcionar las primeras asistencias y transportar a personas enfermas o accidentadas. Su interior tiene una configuración especial para poder cumplir con estas funciones.



Figura 1.1
Automóvil de uso particular.



Figura 1.2
Automóvil de servicio: ambulancia.

1.1.1. Componentes básicos de un automóvil

Todo automóvil consta como mínimo de los siguientes componentes:

1. **Motor:** es una máquina capaz de transformar cualquier tipo de energía en un giro (figura 1.3):
 - Si la energía por transformar es eléctrica, el motor se denomina *motor eléctrico*. Por ejemplo, el motor de una lavadora, de una batidora o el de algunos automóviles eléctricos.



Figura 1.3
Motor térmico.

- Si la energía que transforma es calorífica, procedente de quemar combustible, se denomina *motor térmico*. Por ejemplo, el de la mayoría de automóviles actuales diésel o gasolina.
2. *Transmisión*: es un mecanismo que recibe el giro que genera el motor y lo lleva hasta las ruedas motrices.
 3. *Ruedas*: reciben mediante la transmisión el giro creado por el motor y giran sobre sí mismas, consiguiendo que el vehículo se desplace (nos referimos a las ruedas motrices).
 4. *Dirección*: es un mecanismo que permite a la persona que conduce mover las ruedas directrices y variar así la dirección en la que se desplaza el vehículo.
 5. *Frenos*: el sistema de frenos permite disminuir la velocidad del automóvil e incluso llegar a detenerlo.
 6. *Suspensión*: es un sistema que amortigua el efecto de los baches y otras anomalías del terreno sobre el automóvil. Una buena suspensión aumenta la seguridad y la confortabilidad.

1.1.2. Mantenimiento de un automóvil

Todos los automóviles se deben someter a determinadas operaciones de inspección y de sustitución de piezas o fluidos para garantizar su correcto funcionamiento.

Como ejemplos de acciones de mantenimiento podemos referirnos a la revisión periódica del nivel de aceite o la comprobación de la presión de los neumáticos, entre otras.

No hay que confundir las operaciones de mantenimiento preventivo con las operaciones necesarias para la reparación de averías.

El correcto mantenimiento del automóvil reduce el número de averías y el riesgo de accidentes y permite que el vehículo esté siempre disponible para su uso. En el caso de las ambulancias es muy necesario llevar a cabo un correcto mantenimiento, ya que una avería durante una intervención podría poner en peligro la vida de la persona a la que se está trasladando.

RECUERDA

- ✓ *Mantenimiento* es todo aquello que debe hacerse periódicamente a los automóviles para que estén siempre en perfectas condiciones de uso.
- ✓ *Avería* es un mal funcionamiento de alguna parte del automóvil que puede llegar a inutilizarlo. Se puede deber a un fallo en algún elemento importante, como el motor o el sistema de frenado o también a que el mantenimiento preventivo ha sido inadecuado o inexistente.

Actividad propuesta 1.1

Si circulando con nuestro vehículo detectamos que este no responde de forma habitual cuando giramos el volante, que se oyen ruidos extraños como chirridos al frenar y además percibimos un ruido de goma girando anómalamente, indica los posibles elementos del automóvil que pueden verse afectados y por qué.

1.2. Mantenimiento mecánico

Existen diferentes tipos de mantenimiento, entre los cuales podemos distinguir el preventivo, el activo, el correctivo y el de cambio de turno. Se explicarán detalladamente a continuación.

1.2.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es el que realizamos periódicamente, sin que hayamos detectado previamente ningún mal funcionamiento en el automóvil (figura 1.4).

La empresa fabricante del vehículo es la que establece sobre qué elementos hay que actuar y qué elementos habrá que reemplazar en este proceso, así como la periodicidad con que debe hacerse. Distinguimos dos tipos básicos de mantenimiento preventivo:



Figura 1.4
Mantenimiento de vehículo.

- a) *Mantenimiento de pequeño volumen*: se realiza cada 15.000 km o transcurrido un año del último mantenimiento, si en ese tiempo no se han llegado a hacer 15.000 km.
- b) *Mantenimiento de gran volumen*: se realiza cada 30.000 km, coincidiendo siempre con un mantenimiento de pequeño volumen.

A) Mantenimiento preventivo de pequeño volumen

A pesar de que cada fabricante tiene su propia ficha de mantenimiento, la mayoría de las intervenciones coinciden en las fichas de las distintas empresas fabricantes. El cuadro 1.1 muestra las más comunes:

CUADRO 1.1
Zonas del vehículo y operaciones de mantenimiento de pequeño volumen

Zona del vehículo	Operaciones de mantenimiento de pequeño volumen
Interior del vehículo	<ul style="list-style-type: none"> - Testigos de iluminación y de control. - Sistema de limpiaparabrisas. - Sistema de limpiafaros. - Daños y funcionamiento de los cinturones de seguridad. - Filtro de polvo del circuito de aire acondicionado (AC). - Presión de inflado de la rueda de recambio.
Ruedas	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobar el espesor de las pastillas de freno. - Examinar el estado de los neumáticos. - Restablecer la presión de los neumáticos.

[.../...]

CUADRO 1.1 (CONT.)

Zona del vehículo	Operaciones de mantenimiento de pequeño volumen
Comportamiento del motor	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobar niveles: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de refrigeración. • Líquido de frenos. • Sistemas limpiaparabrisas. • Batería. • Servodirección.
Exterior del vehículo	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobar el funcionamiento de las luces delanteras y traseras. - Comprobar el funcionamiento de las sirenas y rotativos.

B) Mantenimiento preventivo de gran volumen

Las operaciones que se llevan a cabo en este caso también las define la empresa fabricante del vehículo y, como ocurriría con el mantenimiento preventivo de pequeño volumen, también en el de gran volumen la mayoría de ellas coinciden en casi todas las operaciones que se incluyen en este mantenimiento.

Además de las operaciones que corresponden al de pequeño volumen, en el mantenimiento preventivo de gran volumen se suelen incluir las intervenciones reflejadas en el cuadro 1.2.

CUADRO 1.2
Zonas del vehículo y operaciones de mantenimiento de gran volumen

Zona del vehículo	Operaciones de mantenimiento de gran volumen (además de las del mantenimiento de pequeño volumen)
Interior del vehículo	Con la máquina de autodiagnos: lectura de averías. Una vez subsanadas, pondremos todos los valores a cero (reposicionamiento del mantenimiento).
Ruedas	<ul style="list-style-type: none"> - Desmontar las ruedas, comprobar su estado y montarlas de nuevo. Si es necesario, intercambiar la rueda delantera por la trasera de cada lado (en ningún caso las cambiaremos de lado). - Comprobar el estado de las pastillas de freno, de los discos delanteros y de los tambores traseros. - Ajustar el freno de estacionamiento o freno de mano.
Compartimento del motor	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar visualmente la estanqueidad. - Examinar el estado de las correas auxiliares. - Comprobar niveles: motor, transmisión, etc.
Exterior del vehículo	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobar y ajustar el enfoque y la regulación de los faros. - Renovar las escobillas del limpiaparabrisas y de la luneta trasera.
Bajos del vehículo	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar visualmente la estanqueidad de los diferentes elementos. - Comprobar el estado de los mecanismos de la dirección. - Comprobar las articulaciones de los ejes delantero y trasero.

C) Operaciones adicionales de mantenimiento

Además de las operaciones básicas que deben efectuarse cada 15.000 y 30.000 km hay otras operaciones adicionales que se llevarán a cabo por cada cierto número de kilómetros o cada cierto tiempo, en función de lo que indique el manual de mantenimiento del vehículo. Las más usuales son las que se muestran en el cuadro 1.3.

CUADRO 1.3
Operaciones adicionales de mantenimiento

Cada 2 años	<ul style="list-style-type: none"> - Renovar el líquido de frenos. - Examinar los daños en la carrocería.
Cada 3 años	<ul style="list-style-type: none"> - Renovar el líquido refrigerante. - Renovar el filtro de aire del motor (se realiza a los tres años o al llegar a los 60.000 km, lo que antes ocurra).
A los 45.000 km	<ul style="list-style-type: none"> - Renovar las bujías.
A los 60.000 km	<ul style="list-style-type: none"> - Renovar el filtro de combustible. - Reapretar los tornillos de dirección y de los ejes. - Renovar la correa de la distribución.
A los 90.000 km	<ul style="list-style-type: none"> - Renovar el aceite del cambio de velocidades.

1.2.2. Otros tipos de mantenimiento

Tal y como antes se ha comentado, además del mantenimiento preventivo hay otros tipos de mantenimiento:

1. *Mantenimiento activo*: es un sistema personalizado de mantenimiento que están incorporando algunas empresas fabricantes. Los intervalos de mantenimiento dejan de ser rígidos y se adaptan a las necesidades reales del vehículo. Así, por ejemplo, para un mismo número de kilómetros recorridos, un coche que circula principalmente por autopista o autovía tendrá un mantenimiento distinto que un taxi o que un coche que se mueve por caminos rurales.
2. *Mantenimiento correctivo*: es el que se lleva a cabo cuando ya se ha producido la avería y se debe proceder a su reparación. Comprende todas las operaciones necesarias para solucionar o reparar la avería producida.
3. *Mantenimiento en el cambio de turno*: este es específico en ambulancias. Al iniciar el turno de trabajo, el personal de las ambulancias debe comprobar que el vehículo que va a utilizar está en perfecto estado. Este mantenimiento incluye operaciones que van más allá del mantenimiento mecánico. Aunque suelen ser operaciones comunes para todas las empresas de ambulancias, pueden existir diferencias de una a otra.



Actividad propuesta 1.2

Enumera las operaciones de mantenimiento de gran volumen que se deben realizar en un vehículo considerando que es de gasolina con 45.000 km.

1.3. Mantenimiento de cambio de turno

Antes de iniciar el turno con una ambulancia, es necesario hacer una comprobación general del vehículo y de su equipamiento. Las empresas tienen protocolos establecidos que especifican qué es necesario hacer y normalmente disponen de una *check-list* que pauta las comprobaciones o acciones que se deben efectuar.

Las operaciones vinculadas al vehículo más habituales al comienzo de un turno son:

- Llenar el depósito de combustible.
- Comprobar los niveles de aceite y agua.
- Revisar el material y equipos y los documentos de la ambulancia.
- Limpiar el vehículo.

Tras la revisión y las operaciones de mantenimiento mecánico, la ambulancia ya está lista para el turno.

En algunas situaciones concretas pueden existir diferencias en las recomendaciones que seguir para el uso correcto de los vehículos.

Ejemplo

En los vehículos de uso particular se recomienda arrancar el motor y ponerse enseguida en marcha, sin forzar el motor, mientras los componentes alcanzan su temperatura óptima de funcionamiento. En el caso de las ambulancias, en cambio, se recomienda poner el motor térmico en funcionamiento y mantenerlo en marcha unos cinco minutos para que cuando la ambulancia deba salir, el motor se encuentre en condiciones óptimas de funcionamiento y la persona que conduzca disponga de todas las prestaciones del motor desde el primer momento.

1.3.1. Revisión de la ambulancia

Cuando se va a revisar la ambulancia debe prestarse especial atención al registro que debe cumplimentarse de dicha revisión, así como a la documentación que debe verificarse.

A) Registro de la revisión de la ambulancia

En este registro, que se debe cumplimentar y firmar al inicio de cada turno, se deja constancia de que se ha realizado la revisión del material sanitario de la ambulancia y de sus equipos. Es importante que quede reflejada al menos la siguiente información:

1. La fecha y la hora a la que se llevó a cabo la revisión.
2. El nombre y la firma de la persona o personas que se hayan encargado de la revisión.
3. La validación de que se ha comprobado:

- El funcionamiento de las luces y de la sirena del vehículo.
- Los niveles de las botellas de oxígeno.
- La existencia y operatividad del material sanitario del habitáculo asistencial.
- La existencia y operatividad del material no sanitario: material de balizamiento, autoprotección personal, iluminación portátil, etc.
- La verificación del funcionamiento de los equipos de electromedicina, en el caso de las ambulancias medicalizadas. Esta verificación suele consistir en la cumplimentación de un test de funcionamiento que realiza el propio equipo y tras el cual imprime un informe con el resultado, que se debe archivar.

TOMA NOTA



La revisión de la ambulancia al comienzo del turno se debe hacer prestando la máxima atención. Un problema no detectado en ese momento puede tener consecuencias muy graves durante el turno.

B) Comprobación de la documentación

La ley exige que los vehículos obtengan unas autorizaciones administrativas para poder circular. Todos los vehículos, incluidas las ambulancias deben llevar:

1. *La ficha técnica*: en la ficha debe constar el número de plazas de que dispone la ambulancia. Esta información es muy importante, ya que determina cuántas personas pueden viajar en ella. Es decir, cuánto personal pueden llevar y si la persona trasladada puede ir o no acompañada de algún familiar.
2. *El permiso de circulación*: en él debe constar que el vehículo está destinado a la actividad de transporte sanitario.
3. *La póliza del seguro y el último recibo*.
4. *El certificado de la inspección técnica de vehículos (ITV) y la pegatina correspondiente*, si el vehículo ha de pasar esta inspección.
Además de esta documentación general, las ambulancias deben llevar otros documentos específicos:
5. *La tarjeta de transporte*: esta tarjeta autoriza el uso de ese vehículo para el transporte sanitario.
6. *Una fotocopia del certificado técnico-sanitario*: para obtener esta certificación, la empresa debe presentar no solo información sobre el vehículo, sino también sobre el equipamiento técnico-sanitario que posee y la dotación de personal que se le va a asignar.
7. *El libro de mantenimiento del vehículo*.

Es recomendable llevar también la garantía del vehículo y la documentación informativa de la empresa fabricante.

Toda esta documentación se suele colocar en una sola carpeta, de forma que al inicio del turno únicamente se debe verificar que la carpeta de la documentación está en el vehículo, y no es necesario comprobar uno a uno todos los documentos.

Otros documentos, también obligatorios, que ya no están vinculados al vehículo son el libro de reclamaciones, los impresos de asistencia y las hojas de ruta.

PARA SABER MÁS

La ley establece que los vehículos no podrán continuar dedicándose a ningún tipo de transporte sanitario desde el momento en que alcanzan los 8 años de antigüedad desde su primera matriculación.

1.3.2. Técnicas y productos de limpieza

Las ambulancias deben estar en perfectas condiciones de limpieza, tanto interior como exteriormente, para cumplir adecuadamente con su cometido.

A) Limpieza exterior

Para mantener en perfecto estado el exterior del automóvil hay que prestar a cada zona o parte del vehículo una atención específica:

1. *Carrocería*: debemos limpiarla con agua y jabón suave (figura 1.5), sin usar productos agresivos para no estropear la pintura, y dejar que se seque a la sombra. En el caso de rayaduras, las repasaremos con el pincel de retoques y con el material recomendado por el fabricante para evitar oxidaciones.
2. *Plásticos tipo molduras y parachoques negros*: en este caso utilizaremos productos específicos, que protegen la decoloración y evitan que los plásticos se resequen y agrieten.
3. *Llantas*: las limpiaremos con agua y jabón (figura 1.6), ya que en ellas se deposita el polvo del desgaste de los elementos del sistema de frenado. En el caso de que sean de aleación, se podrán utilizar productos específicos para estos materiales. Debemos tener en cuenta que al lavar las llantas los discos y pastillas de freno se mojan, por lo que hay que ir con precaución ya que en las primeras frenadas la eficacia del sistema de frenos podrá reducirse.
4. *Cristales*: lo más adecuado es un limpiacristales con efecto antivaho. No debemos olvidar que de la limpieza de cristales depende de la visibilidad de la persona que conduce.



Figura 1.5
Limpieza de carrocería.



Figura 1.6
Limpieza de llantas.

B) Limpieza interior

El interior de la ambulancia también contiene elementos de distintos materiales, como son espumas, telas, cueros, plásticos, elementos cromados, etc. Para cada uno de estos materiales existe una amplia gama de productos: limpiatapicerías, pulimentos, limpiasalpicaderos, etc.

Las composiciones químicas de estos productos específicos de limpieza son muy diferentes entre ellas, por lo que debemos utilizar cada uno de ellos únicamente para limpiar aquellos elementos para los que está destinado.

Para asientos y tapicerías, nos podemos ayudar de aspiradores o máquinas de limpieza de inyección-extracción, siguiendo siempre las instrucciones de la empresa fabricante.

La limpieza, desinfección y esterilización de la zona asistencial y de los materiales y equipos que hay en ella debemos hacerla siguiendo las pautas establecidas, que se estudiarán en el módulo Dotación Sanitaria.



Actividad propuesta 1.3

Describe las operaciones que hay que realizar para limpiar exteriormente e interiormente, excluyendo la zona asistencial, una ambulancia, suponiendo que la carrocería es metálica, sin rayaduras, los faros son de cristal y los interiores todos son de cuero, moqueta y plástico.

1.4. Normas de seguridad y protección ambiental

Siempre que se realice cualquier tipo de trabajo en el automóvil se debe colocar sobre la superficie de la zona en la que tengamos que trabajar una protección para no dañar la pintura exterior; y además seguir en todo momento las normas de seguridad personal y de protección ambiental establecidas.

1.4.1. Normas de seguridad personal

Las normas básicas de seguridad personal que debemos seguir durante las tareas de mantenimiento mecánico del vehículo las podemos resumir en:

- a) No llevar el pelo largo suelto, ni elementos colgantes como pulseras, colgantes, cadenas, etc., ya que podrían quedar atrapados con algún componente, especialmente que esté en movimiento.
- b) Utilizar adecuadamente cada herramienta no utilizándola nunca para un fin para el que no ha sido diseñada.
- c) Llevar las herramientas dispuestas de forma paralela al cuerpo, nunca perpendicular.
- d) Evitar que las herramientas queden desparramadas por el suelo para disminuir el riesgo de posibles tropiezos y caídas. Para ello es necesario disponer de una caja de herramientas o cualquier otro dispositivo en el cual ir depositándolas.
- e) Limpiar inmediatamente (con detergentes y nunca con disolventes o productos corrosivos o inflamables) cualquier derrame de líquido para evitar que pueda arder si es inflamable o que pueda provocar una caída si es resbaladizo.

- f) Utilizar adecuadamente los EPI o equipos de protección individual siempre que estemos realizando una intervención en el automóvil. En general, debemos utilizar siempre guantes, calzado de seguridad y gafas de seguridad.
- g) Para levantar cualquier carga, para una manipulación manual de cargas, se deben seguir unas recomendaciones, como puede verse en la figura 1.7:



Figura 1.7
Forma correcta de levantar una carga.

- Situar los pies separados, para aumentar la estabilidad y hacer que el centro de gravedad de la carga quede lo más próximo posible al eje de simetría de la persona.
- Flexionar las rodillas sin doblar el tronco.
- Levantar la carga despacio, sujetándola firmemente.

- h) Para transportar cargas, acercar al máximo el peso a nuestro cuerpo y, siempre que sea posible, a la altura de las caderas. En este caso hay una excepción: la batería del vehículo. Las baterías contienen ácido sulfúrico y conviene sujetarlas lejos del cuerpo para evitar quemaduras si se derrama el ácido.

1.4.2. Normas de protección ambiental

La protección del medioambiente es una necesidad que hay que tener en cuenta al realizar todas las operaciones de mantenimiento y uso del vehículo.

Las principales actuaciones se pueden hacer clasificando y eliminando correctamente los residuos y efectuando una conducción económica.

A) Clasificación y eliminación de residuos

Las intervenciones de mantenimiento generan residuos que se han de clasificar y eliminar adecuadamente para evitar que acaben contaminando el medioambiente.

Algunos residuos podemos eliminarlos a través de los servicios municipales de recogida. Para hacerlo hay que separarlos correctamente y depositarlos en los contenedores correspondientes.

Ejemplo

Botellas de plástico que han contenido agua destilada, papeles o cartones de embalajes. Los residuos especiales deben ir a gestores que estén autorizados para tratarlos.

En general, clasificaremos los residuos del modo que se refleja en el cuadro 1.4.

CUADRO 1.4
Tipos de residuos de ambulancias

Residuos sólidos	Residuos metálicos	Pastillas y discos de freno, amortiguadores, tubos de escape, etc.
	Residuos plásticos	Pilotos de iluminación, faros, parachoques, etc.
	Materiales peligrosos	Baterías, filtros de aceite, de gasoil, etc.
	Otros materiales sólidos	Neumáticos, filtros de aire, filtros de polen, etc.
Residuos líquidos		Aceites de motor, de la transmisión y de la dirección.
		Líquido de frenos y de embrague.
		Otros residuos líquidos: líquido de refrigeración.

Los distintos tipos de residuos no deben mezclarse y, en el caso de los líquidos se deben depositar en recipientes adecuadamente rotulados para evitar confusiones.

Los talleres mecánicos disponen de contenedores apropiados para los distintos tipos de residuos. En el caso del mantenimiento o de reparaciones simples de ambulancias, la empresa debe considerar qué operaciones va a realizar el personal técnico y, por lo tanto, qué tipo de residuos se van a generar para disponer así de los contenedores adecuados para recogerlos.

B) Conducción económica

Una de las mayores protecciones que debemos proporcionar al medioambiente es la *conducción económica*, que es aquella que consigue utilizar la menor cantidad de combustible y que, en consecuencia, vierte menor cantidad de residuos a la atmósfera.

Las actuaciones que podemos realizar para conseguir una conducción económica son básicamente dos:

1. *En los vehículos que llevan la caja de cambios manual.* Hay que conducir siempre que sea posible con marchas largas. Por ejemplo, si podemos circular con la quinta velocidad, no lo haremos con la cuarta.
2. *Circular, siempre que lo permita la urgencia del momento, a una velocidad moderada.* Se ha de tener en cuenta que un pequeño aumento de la velocidad supone un gran aumento del consumo de combustible, debido, entre otros factores, a que la resistencia que opone el aire al desplazamiento es mayor cuanto mayor es la velocidad.



Actividad propuesta 1.4

Resume las normas básicas de seguridad personal que se deben seguir durante las tareas de mantenimiento mecánico del vehículo.

Resumen

- Un automóvil es un vehículo capaz de desplazarse (*móvil*) por sí mismo (*auto*).
- Una ambulancia es un automóvil diseñado para prestar las primeras asistencias y transportar a personas enfermas o accidentadas. Su interior tiene una configuración especial para poder cumplir con estas funciones.
- Mantenimiento es todo aquello que debe hacerse periódicamente a los automóviles para que estén siempre en perfectas condiciones de uso. Existen varios tipos de mantenimiento.
- Avería es un mal funcionamiento de alguna parte del automóvil que puede llegar a inutilizarlo. Se puede deber a un fallo en algún elemento importante, como el motor o también a que el mantenimiento preventivo ha sido inadecuado o inexistente.
- Cuando se va a revisar la ambulancia debe prestarse especial atención al registro que debe cumplimentarse de dicha revisión, así como a la documentación que debe verificarse.
- La limpieza de la ambulancia debe realizarse y diferenciarse entre la limpieza de la zona exterior y la interior, cumpliendo siempre las normas de seguridad y de protección ambiental.



Ejercicios propuestos

1. Enumera los componentes básicos de un automóvil y explica qué función tiene cada uno de ellos.
2. Indica si las afirmaciones siguientes son verdaderas o falsas:
 - a) La misión de la suspensión es mejorar la seguridad y la comodidad de los viajeros.
 - b) Los automóviles actuales van provistos de motores térmicos que tienen por misión transformar la energía calorífica del combustible en energía eléctrica.
 - c) La transmisión es la encargada de hacer que el automóvil siga la trayectoria que la persona que conduce indique.
 - d) Los frenos son los encargados de disminuir la velocidad del automóvil llegando, en algunas ocasiones, a detenerlo completamente.
 - e) La frecuencia con que se debe llevar a cabo el mantenimiento activo dependerá del número de horas de servicios diarios que realice la ambulancia.
 - f) Las operaciones que forman parte del mantenimiento de gran volumen son las que la legislación vigente establece para este mantenimiento.
 - g) Los daños en la carrocería no tienen importancia, puesto que no afectan al funcionamiento del vehículo.
 - h) Al realizar el mantenimiento de gran volumen se suele hacer un intercambio de las ruedas, pasando cada una de las delanteras a la zona posterior del lado contrario.
3. Indica cuáles de las siguientes operaciones están incluidas en el mantenimiento preventivo de pequeño volumen:
 - a) Comprobar el nivel de líquido limpiaparabrisas.
 - b) Renovar el líquido de frenos.
 - c) Comprobar la presión de inflado de la rueda de recambio.

- d) Renovar las escobillas del limpiaparabrisas.
 - e) Renovar el aceite del cambio de velocidades.
 - f) Comprobar el espesor de las pastillas de freno.
4. La certificación técnico-sanitaria de las ambulancias no es solamente una validación desde el punto de vista del vehículo, también considera otros factores. ¿Cuáles son estos otros factores, además del vehículo, que se comprueban para otorgar este certificado?
 5. Explica por qué se recomienda que el personal de la ambulancia ponga el motor en funcionamiento al comienzo de su turno, aunque no tenga ningún aviso.
 6. Completa las frases siguientes:
 - a) De las operaciones de mantenimiento del comienzo de turno deberemos comprobar los niveles de...
 - b) La documentación que debemos llevar en la ambulancia es...
 - c) Para evitar oxidaciones en la carrocería deberemos...
 - d) Para la limpieza de asientos y carrocería deberemos...
 7. Dibuja, de forma esquemática y en tres pasos, cómo levantar una carga desde el suelo. Para cada paso, indica a qué debemos prestar especial atención en ese momento.
 8. Explica qué entendemos por conducción económica y por qué es una forma de proteger el medioambiente.
 9. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:
 - a) Es muy importante dejar las herramientas en el suelo, cerca del punto en el que estamos trabajando para no perder tiempo en el caso de tener que volverlas a utilizar.
 - b) Al realizar operaciones de mantenimiento en la ambulancia deberemos utilizar los EPI indicados en cada acción.
 - c) Las herramientas que desplazamos de un lugar a otro las debemos sostener paralelamente al cuerpo.
 - d) Debemos limpiar de forma inmediata, y preferentemente con alcohol, cualquier derrame del líquido.
 - e) Para levantar una carga debemos colocar los pies juntos.
 10. Justifica por qué se deben rotular o identificar con etiquetas los recipientes destinados a contener residuos líquidos.

Supuesto práctico

Alonso trabaja en una empresa de ambulancias como técnico en Emergencias Sanitarias. Un día se despertó un poco tarde, por lo que se vistió rápidamente y se dirigió al trabajo. Al llegar al centro de trabajo, y en vista de que llegaba con retraso, decidió no revisar la documentación de la ambulancia y no revisar el estado de la misma. En unos minutos recibieron un aviso y salieron para atenderlo con la ambulancia. Terminado el servicio, de regreso

al centro, la ambulancia comenzó a producir un ruido extraño de motor, y su conducción era irregular, dando tirones el motor. Finalmente se detuvo, y le fue imposible regresar al centro de trabajo.

Se pide:

- Determinar las operaciones que Alonso no realizó, y que pudieron ocasionar el incidente.

Debate en clase

Temas para debatir:

- ¿Consideras correcto o lógico que las empresas de ambulancias no permitan a los técnicos ocuparse del mantenimiento de reparación de estas, siempre que dichos técnicos sean capaces y estén dispuestos a hacerlo?
- ¿Piensas que conocer todo lo relacionado con el mantenimiento de vehículos y normas de seguridad personal visto en este capítulo puede serte útil y necesario para ser técnico en emergencias sanitarias?

Conocer todo lo relacionado con la mecánica automotriz y concretamente con el mantenimiento preventivo que debe hacerse a un vehículo para que funcione correctamente y tenga una larga vida útil, con máximas prestaciones, es algo apasionante para todas las personas a las que les encanta la física, y comprender el porqué de las cosas, causas y efectos.

También es cierto que, por lo general, las empresas de ambulancias no permiten a los técnicos en Emergencias Sanitarias intervenir u ocuparse del mantenimiento de reparación de las mismas, que consiste en realizar las acciones necesarias para solucionar una avería que se ha podido producir en un momento puntual. Debido a esto, es un poco contradictorio tener que estudiar pormenorizadamente todo lo relacionado con el mantenimiento preventivo de un vehículo para poder obtener el título de Técnico en Emergencias Sanitarias.

Un enfoque que puede darse al tener que estudiar dicho módulo es orientar todo lo aprendido para poder emplearlo en los vehículos propios que todos tenemos. Así, conoceremos mucho mejor el funcionamiento de los sistemas, mecanismos, circuitos y piezas que conforman cualquier vehículo de uso habitual, coches, motos, etc.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. Un automóvil se puede definir como:

- a) Un vehículo capaz de desplazarse (*móvil*) por sí mismo (*auto*).
- b) Un vehículo capaz de desplazarse pero con ayuda de una energía ajena a este.
- c) Un vehículo diseñado para prestar las primeras asistencias y transportar a personas enfermas o accidentadas. Su interior tiene una configuración especial para poder cumplir con estas funciones.
- d) Un vehículo que proporciona energía a otro para que este se pueda desplazar.

2. Una ambulancia se puede definir como:

- a) Un vehículo capaz de desplazarse (*móvil*) por sí mismo (*auto*).
- b) Un vehículo capaz de desplazarse pero con ayuda de una energía ajena a este.
- c) Un automóvil diseñado para prestar las primeras asistencias y transportar a personas enfermas o accidentadas. Su interior tiene una configuración especial para poder cumplir con estas funciones.
- d) Un vehículo que proporciona energía a otro para que este se pueda desplazar.

3. Un motor se puede definir como:

- a) Un mecanismo que recibe el giro que genera la transmisión y lo lleva hasta las ruedas.
- b) Una máquina capaz de transformar cualquier tipo de energía en un giro.
- c) Un mecanismo que permite a la persona que conduce mover las ruedas directrices y variar así la dirección en que se desplaza el vehículo.
- d) Una máquina capaz de transformar cualquier tipo de energía en calor.

4. La transmisión se puede definir como:

- a) Un mecanismo que recibe el giro que genera el motor y lo lleva hasta las ruedas.
- b) Una máquina capaz de transformar cualquier tipo de energía en un giro.
- c) Un mecanismo que permite a la persona que conduce mover las ruedas directrices y variar así la dirección en que se desplaza el vehículo.
- d) Una máquina capaz de transformar cualquier tipo de energía en un giro.

5. El mantenimiento se puede definir como:

- a) Todo aquello que debe hacerse periódicamente a los automóviles para que estén siempre en perfectas condiciones de uso.
- b) Un mal funcionamiento de alguna parte del automóvil que puede llegar a inutilizarlo. Se puede deber entre otras cosas a un fallo en algún elemento importante, como el motor, o la transmisión.
- c) Unas operaciones voluntarias y no importantes que pueden hacerse o no a los automóviles y que son escogidas según el criterio de cada persona.
- d) Todas las opciones son correctas.

6. Una avería se puede definir como:

- a) Todo aquello que debe hacerse periódicamente a los automóviles para que estén siempre en perfectas condiciones de uso.
- b) Una operación voluntaria y no importante que puede hacerse o no a los automóviles y que se escoge según el criterio de cada persona.
- c) Un mal funcionamiento de alguna parte del automóvil que puede llegar a inutilizarlo. Se puede deber entre otras cosas a un fallo en algún elemento importante, como el motor, o la transmisión.
- d) Ninguna de las opciones anteriores es correcta.

7. Las zonas que deben inspeccionarse para realizar el mantenimiento preventivo de pequeño volumen son:

- a) Interior del vehículo, ruedas, compartimento del motor, exterior del vehículo y bajos del vehículo.
- b) Interior del vehículo, ruedas, compartimento del motor, y exterior del vehículo.
- c) Interior del vehículo, ruedas, compartimento del motor, exterior del vehículo, interior de los circuitos de frenos, de aire acondicionado y estado del cableado eléctrico.
- d) Ruedas, compartimento del motor, interior de los circuitos de frenos, de aire acondicionado y estado del cableado eléctrico.

8. Las zonas que deben inspeccionarse para realizar el mantenimiento preventivo de gran volumen son:
- a) Interior del vehículo, exterior del vehículo y bajos del vehículo.
 - b) Interior del vehículo, ruedas, compartimento del motor y exterior del vehículo.
 - c) Interior del vehículo, ruedas, compartimento del motor, exterior del vehículo, interior de los circuitos de frenos, de aire acondicionado y estado del cableado eléctrico.
 - d) Interior del vehículo, ruedas, compartimento del motor, exterior del vehículo y bajos del vehículo.
9. La conducción económica se puede definir como:
- a) Aquella que consigue utilizar la menor cantidad de combustible y que, en consecuencia, vierte menor cantidad de residuos a la atmósfera.
 - b) Aquella que consigue utilizar mucha cantidad de combustible y que, en consecuencia, vierte menor cantidad de residuos a la atmósfera.
 - c) Aquella que consigue utilizar la menor cantidad de combustible, pero vierte mucha cantidad de residuos a la atmósfera.
 - d) Ninguna de las opciones anteriores es correcta.
10. Las operaciones adicionales de mantenimiento que pueden realizarse en vehículos suelen hacerse por lo general:
- a) Cada 2 años, cada 3 años, a los 30.000 km, a los 70.000 km y a los 100.000 km.
 - b) Cada 2 años, cada 3 años, a los 45.000 km, a los 60.000 km y a los 90.000 km.
 - c) Cada 2 años, cada 3 años, a los 11.000 km, a los 33.000 km y a los 99.000 km.
 - d) Cada 2 años, cada 3 años, a los 20.000 km, a los 53.000 km y a los 100.000 km.

SOLUCIONES:

1. a b c d
 2. a b c d
 3. a b c d
 4. a b c d

5. a b c d
 6. a b c d
 7. a b c d
 8. a b c d

9. a b c d
 10. a b c d

El motor térmico

Objetivos

- ✓ Saber qué es un motor térmico.
- ✓ Diferenciar los diversos tipos de motores térmicos existentes.
- ✓ Aprender el funcionamiento de un motor Otto.
- ✓ Conocer el funcionamiento de un motor diésel.

Mapa conceptual



2.1. Los motores térmicos

Para comprender el funcionamiento e importancia de los motores térmicos es conveniente conocer la definición de motor térmico e incluso los tipos que existen en un vehículo convencional.

2.1.1. Definición de motor térmico

Como se ha visto en el capítulo anterior, es una máquina capaz de transformar cualquier tipo de energía en un giro. Dependiendo del tipo de energía que transforme es de un tipo u otro.

También puede definirse como el lugar interior en el cual se produce la ignición del combustible, en presencia de aire. Como consecuencia de la ignición, la presión aumenta en el interior del motor, y por tanto la temperatura. Esta elevación de la presión, mediante diversos mecanismos, proporciona un giro a la salida del motor.

2.1.2. Tipos de motores térmicos

Existen dos tipos de motores térmicos que pueden clasificarse según aparece en el cuadro 2.1.

CUADRO 2.1
Tipos de motores térmicos

Combustible empleado	Tipo de ignición	Nombre del motor
Gasolina	Por explosión	Motor Otto
Gasoil	Por combustión	Motor diésel

Uno de los motivos principales de que haya dos tipos de motores térmicos es la diferencia que existe a la hora de quemar el combustible.

En un motor Otto, el aire y el combustible se introducen simultáneamente en el interior del motor. Y se produce una chispa, que provocará una explosión en el interior del motor.

Ejemplo

En una habitación cerrada en la cual hay un escape de gas, si encendemos una cerilla o entramos fumando o accionamos el interruptor de la luz (posible chispa), se puede producir una explosión.

La explosión será más enérgica cuanto más cantidad de gas haya acumulada en la habitación. Si dicha explosión es suave romperá los cristales de las ventanas; si es más acusada producirá más daños, y puede llegar a destrozarse la habitación o incluso el edificio entero.

Este ejemplo de explosión es muy similar a la que se produce en el interior de un motor Otto.

Glosario

Aerosol. Partículas muy pequeñas de líquidos o sólidos que quedan suspendidas en el aire. También se refiere al líquido que se almacena bajo presión y se expulsa como aerosol y al envase que alberga estos líquidos.

Motor atmosférico. Motor de combustión interna cuya entrada de aire depende de la presión atmosférica, sin que exista sobrealimentación mediante turbocompresor ni sobrealimentador.

Muñequillas del cigüeñal. Ejes de las bielas de los pistones en el cigüeñal. En un motor de varios cilindros cada muñequilla puede servir de eje a uno o más pistones.

Sobrealimentador. Elemento que sobrealimenta o sirve para sobrealimentar. Es un compresor que va instalado en un motor de combustión para generar una sobrealimentación, aumentando así su potencia específica.

Turbocompresor. Sistema de sobrealimentación que emplea una turbina centrífuga para accionar, mediante un eje coaxial con ella, un compresor centrífugo para comprimir gases. Este tipo de sistemas es empleado en motores de combustión interna alternativos, especialmente en los motores diésel.

El motor Otto funciona de forma equivalente a un encendedor tradicional. Si se desea quemar el gas que se encuentra en el interior de un mechero, se ha de girar la ruedecita que se encuentra en su parte superior y esta, junto con la piedra que tiene el encendedor, provoca la chispa necesaria para hacer que el gas, al estar en contacto con el aire exterior, comience a quemarse mientras está la válvula de salida de gas abierta.

En un motor diésel, el aire se introduce en el interior del motor y se comprime. Durante la compresión, el aire va aumentando su presión y por tanto se va calentando. Cuando el aire está suficientemente caliente, se introduce el combustible. El combustible alcanza rápidamente su temperatura de combustión y empieza a arder por sí solo. El combustible alcanza rápidamente la temperatura de combustión porque se introduce en una zona (cámara de combustión) que está a una temperatura superior a la temperatura específica de combustión del combustible diésel.

Ejemplo

En un día de sol, acercamos una lupa a un papel de periódico y hacemos incidir sobre un punto los rayos del sol. En estas circunstancias y transcurridos unos instantes, el papel de periódico empezará a arder sin que hayamos acercado ninguna llama ni chispa.

Lo que ha ocurrido con el periódico es que la lupa lo ha calentado hasta que ha alcanzado una temperatura denominada *temperatura de combustión*.

La *temperatura de combustión* es aquella a la cual un material arde sin necesidad de que le apliquemos ninguna llama. Esta temperatura es característica de cada material.

El motor diésel funciona de forma similar.

La compresión del aire en el interior de un motor diésel hace aumentar su temperatura de forma similar a lo que ocurre cuando hinchamos la rueda de un vehículo. Al hinchar la rueda, se comprime el aire en el interior de la bomba y poco a poco va aumentando su temperatura. El efecto contrario se consigue cuando disminuimos la presión de un gas, en cuyo caso, el recipiente que lo contiene se va enfriando. Por ejemplo, esto es lo que ocurre cuando se utilizan aerosoles (lacas, desodorantes, ambientadores, etc.).

Una vez analizado por separado el motor de explosión y el de combustión, para aclarar mejor la forma de ignición de combustible en cada caso, basta decir que:

- La ignición de la gasolina producida en el motor de explosión es similar a la del alcohol de quemar. Prende fácilmente cuando se le acerca una llama.
- La ignición del gasoil producida en el motor diésel es similar a la del aceite de cocina. Cuando se encuentra a temperatura ambiente no arde aunque se le acerque una llama pero prende cuando lo calentamos suficientemente.

Actividad propuesta 2.1



Enumera los tipos de motores que conoces, según la energía que utilizan para funcionar y pon ejemplos de dónde se pueden encontrar.

2.2. Componentes de los motores térmicos

Tanto los motores diésel como los motores gasolina emplean componentes similares entre sí, aunque hay otros componentes específicos de cada uno de ellos.

Al soportar presiones y temperaturas diferentes, los materiales que conforman las piezas en cada motor son distintos, siendo más robustos los motores diésel por alcanzar generalmente mayores temperaturas y presiones, especialmente en la compresión, y poseer unas relaciones de compresión mayores.

2.2.1. Componentes comunes de todos los motores térmicos

Las partes comunes a ambos motores térmicos son el cilindro, el pistón, los aros o segmentos, la culata, la junta de culata, las válvulas, el cárter, la biela y el cigüeñal.

Como conjunto principal de este tipo de motores está lo que se llama *tren alternativo*, que está formado por el cigüeñal, la biela y el pistón. A continuación se verá la función básica de cada uno de estos componentes:

- Segmentos:** son unas piezas colocadas alrededor del pistón que están en contacto directo con el cilindro.
- Culata:** es una pieza que cierra herméticamente el cilindro por uno de sus extremos. Va fijada al cilindro mediante tornillos.
- Junta de culata:** se puede encontrar en la superficie de contacto entre el cilindro y la culata. Su función es asegurar la perfecta estanqueidad entre el cilindro y la culata.
- Válvulas:** son unos mecanismos que tienen por misión abrir y cerrar unos orificios que hay en la culata, que permiten el llenado del cilindro y la salida de los humos o gases quemados. El número mínimo de válvulas de un cilindro es dos:
 - Una válvula de admisión, por donde se llenará el cilindro.
 - Una válvula de escape, por donde saldrán los gases quemados.
- Cárter:** es el elemento que cierra el cilindro por el lado opuesto a la culata. Tiene como funciones principales:
 - Evitar la entrada de suciedad, partículas de polvo y otros materiales al interior del cilindro.
 - Ser el recipiente en el que se almacena el aceite necesario para la lubricación del motor.
- Biela:** es una pieza unida al pistón por uno de sus extremos y al eje de salida del giro por el otro.
- Cigüeñal:** es el eje de salida del giro producido en el motor térmico. El conjunto cigüeñal-biela transforma el movimiento rectilíneo ascendente y descendente del pistón en un giro.
- Cilindro:** tiene forma cilíndrica, de ahí su nombre. Es el espacio en el que se realiza la explosión en un motor térmico Otto o la combustión en un motor térmico diésel.
- Pistón:** es una pieza que se desplaza por el interior del cilindro, tal como lo hace el émbolo en el interior de una jeringuilla. Considerando este movimiento, se puede definir:

- *PMS (punto muerto superior)*: es la posición del pistón cuando se encuentra más próximo a la culata, en su recorrido por el interior del cilindro.
- *PMI (punto muerto inferior)*: es la posición del pistón cuando se encuentra más alejado de la culata, en su recorrido por el interior del cilindro.
- *Cámara de combustión o de compresión*: es el espacio que queda entre la culata y la cabeza del pistón cuando este se encuentra en el PMS.
- *Carrera*: es el recorrido que efectúa el pistón cuando se desplaza desde el PMI al PMS o viceversa.

WWW

Recursos web

Con los códigos QR adjuntos tendrás acceso a vídeos donde podrás ver:

1. Todas las partes de un motor de gasolina.
2. Todas las características y fases de un motor diésel.



①



②

2.2.2. Componentes específicos de cada tipo de motor térmico

Existen ciertos componentes en la culata que son característicos de cada tipo de motor:

- Motores Otto*. Tienen una bujía en cada cilindro, encargada de hacer saltar la chispa en el interior del cilindro para provocar la explosión de la mezcla de combustible y aire.
- Motores diésel*. Disponen de:
 - Un inyector en cada cilindro, que hará llegar el combustible al interior del cilindro, inyectándolo.
 - Una bujía de precalentamiento en cada cilindro, que calentará las paredes del motor antes de ponerlo en funcionamiento. Reciben el nombre de *calentadores*, *bujías de caldeo* o *bujías de precalentamiento*.

Actividad propuesta 2.2



Considerando los componentes específicos de los dos tipos de motores térmicos estudiados hasta el momento, argumenta si sería o no posible encontrar:

- a) Un vehículo con motor diésel que dispusiera de bujías convencionales como en los gasolina en lugar de calentadores.
- b) Un vehículo de motor gasolina que dispusiera de calentadores, en lugar de las bujías convencionales.

¿Funcionaría alguno de estos dos motores tal y como se plantean en este caso? Argumenta tu respuesta.

2.3. Ciclos teóricos de funcionamiento de los motores térmicos

Los diferentes motores térmicos existentes en la actualidad se pueden encontrar en vehículos como automóviles o motocicletas pero también en motosierras o aviones.

En algunos casos estos motores están formados por un único cilindro mientras que en otros están formados por dos o más cilindros.

Al estudiar el ciclo teórico de funcionamiento de un motor térmico nos centramos en un único cilindro, para comprender mejor el funcionamiento. Más adelante se analizarán los motores de más de un cilindro.

2.3.1. Ciclo teórico de funcionamiento del motor Otto

El ciclo teórico de funcionamiento del motor Otto para analizar está compuesto de cuatro desplazamientos del pistón (cuatro carreras), por lo que recibe el nombre de *ciclo de cuatro tiempos*. Estos tiempos se denominan *admisión*, *compresión*, *explosión* y *escape*.

A) Primer tiempo: admisión

En esta primera fase se introduce la mezcla de aire y combustible en el interior del motor de gasolina. Para hacerlo posible el pistón desciende desplazándose desde PMS hasta el PMI. Con este movimiento del pistón se consigue una aspiración hacia el interior del cilindro, introduciéndose la mezcla de gasolina y aire.

Durante todo el tiempo que se está produciendo el desplazamiento desde el PMS hasta el PMI del pistón, la válvula de admisión está abierta, mientras que la válvula de escape permanece cerrada.

Se produce así la primera carrera del pistón (del PMS al PMI) y por consiguiente media vuelta del cigüeñal.

En esta fase es necesario que el desplazamiento del pistón se realice desde el exterior, es decir, desde el cigüeñal.

B) Segundo tiempo: compresión

Una vez terminada la admisión, el pistón se encuentra en el PMI. En ese momento se cierra la válvula de admisión, siguiendo cerrada la válvula de escape. Comienza así el desplazamiento ascendente del pistón. Con este movimiento de pistón, la mezcla del interior del cilindro se comprime, aumentando su temperatura en función de su compresión.

Esta segunda fase finaliza cuando el pistón alcanza en PMS, quedando la mezcla comprimida y caliente en la cámara de combustión (explosión).

Se produce la segunda carrera del pistón (del PMI al PMS), implicando otra media vuelta más de cigüeñal, que, sumada a la media producida en la primera fase, completan una vuelta completa de cigüeñal.

En este tiempo también es necesario que el desplazamiento del pistón se realice desde el exterior, desde el cigüeñal.

C) Tercer tiempo: explosión

Una vez terminada la compresión, el pistón se encuentra en el PMS con la mezcla comprimida y caliente. La bujía situada en la cámara de combustión (explosión) produce una chispa eléctrica, que explota la mezcla (aire-gasolina). Debido a la explosión, aumenta considerablemente la temperatura en el interior del cilindro y por tanto también la presión interior, provocando el desplazamiento brusco del pistón desde el PMS hasta el PMI. Durante este tiempo las dos válvulas siguen cerradas.

En este tiempo se realiza una carrera, lo que equivale a media vuelta del cigüeñal que, junto con la vuelta del tiempo de admisión y del de compresión suman una vuelta y media.

Este es el único tiempo en el que es el motor el que desplaza al pistón sin tener que ayudarlo desde fuera, ya que la presión producida por la explosión lo empuja hasta el PMI.

D) Cuarto tiempo: escape

Concluida la expansión de los gases producidos en la explosión, el pistón se encuentra en el PMI y en el interior del cilindro hay gases resultantes de la explosión. En este momento se abre la válvula de escape, manteniendo la válvula de admisión cerrada. El pistón se desplaza desde el PMI hasta el PMS y barre en su recorrido los gases quemados, que son expulsados al exterior a través de la válvula de escape.

En este tiempo se realiza una carrera, lo que equivale a media vuelta del cigüeñal que, junto con la vuelta y media del tiempo de admisión, del tiempo de compresión y del tiempo de explosión constituyen dos vueltas de cigüeñal.

Este tiempo también requerirá que se realice desde el exterior, desde el cigüeñal, el desplazamiento del pistón.

La figura 2.1 refleja muy bien la sucesión de las fases que se producen en el ciclo.

RECUERDA

- ✓ El funcionamiento del pistón de cualquier motor térmico es similar al del émbolo de una jeringuilla, como se ve en la figura 2.2.

Al usar una jeringuilla, lo primero que se hace es introducir el líquido en su interior, para lo que se desplaza el émbolo desde la parte más cercana a la aguja hacia la más alejada.

Se produce una aspiración que hace que la jeringuilla se llene.



Figura 2.2
Jeringuilla:

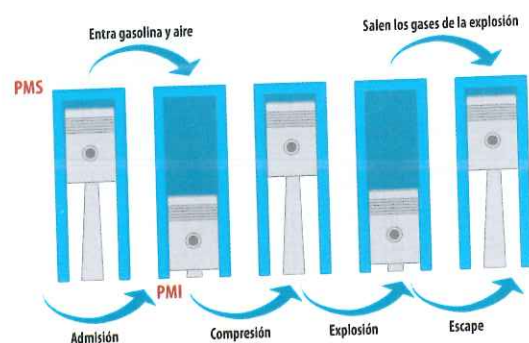


Figura 2.1
Tiempos del ciclo teórico de funcionamiento del motor Otto.

Posteriormente se desplaza nuevamente el émbolo hasta la posición más cercana a la aguja para que empuje el contenido hacia el exterior.

2.3.2. Ciclo teórico de funcionamiento del motor diésel

Tal y como ocurre con un motor Otto, el motor diésel realiza la combustión también en ciclos de cuatro tiempos que son admisión, compresión, combustión y escape.

A) Primer tiempo: admisión

El tiempo de admisión del motor diésel es idéntico al tiempo de admisión del motor Otto. Se diferencian únicamente en que en el motor Otto se introduce el aire y el combustible juntos en el tiempo de admisión, mientras que en el diésel se introducen por separado. Así, en el primer tiempo del ciclo diésel (admisión) se introduce aire, mientras que el combustible se introduce en el tercer tiempo (combustión).

La válvula de admisión está abierta mientras el aire está entrando, y durante ese tiempo la de escape permanece cerrada. Al finalizar esta entrada de aire, la válvula de admisión se cierra también.

B) Segundo tiempo: compresión

En este tiempo la diferencia con respecto al ciclo Otto es que se comprime aire solo, ya que en la admisión solo entró aire, sin combustible, y en que lo hace a una presión superior para conseguir una temperatura del aire en la cámara de combustión superior a la de combustión del gasoil.

La válvula de admisión y la de escape permanecen cerradas.

C) Tercer tiempo: combustión

En este tiempo es donde se encuentran las mayores diferencias respecto al motor Otto.

Cuando el émbolo concluye la fase de compresión y el pistón se encuentra en el PMS, el aire de la cámara se encuentra a una temperatura superior a la de combustión del gasoil. En estas condiciones se introduce el combustible altamente pulverizado a través del inyector. Las pequeñas gotas de combustible que van entrando en forma de nube contactan con el aire caliente y se queman.

Como consecuencia de la combustión se produce un gran aumento de la temperatura en el interior del cilindro y con ello un gran aumento de la presión interior, por lo que se consigue el mismo efecto que en los motores Otto. El pistón es bruscamente desplazado desde el PMS hasta el PMI.

Igual que sucede en el ciclo del motor Otto, este es el único tiempo en el que el pistón es desplazado desde el interior del cilindro.

La válvula de admisión y la de escape permanecen cerradas en toda esta fase.

D) Cuarto tiempo: escape

Este tiempo es idéntico al del ciclo Otto, ya que también en este caso se han producido gases que es necesario expulsar al exterior.

La válvula de escape está abierta durante el tiempo en que los gases de la combustión están saliendo, mientras que la de admisión permanece cerrada. Al finalizar la salida de los gases, la válvula de escape se cierra también.

La sucesión de las fases según los tiempos de ciclo se puede ver en la figura 2.3.

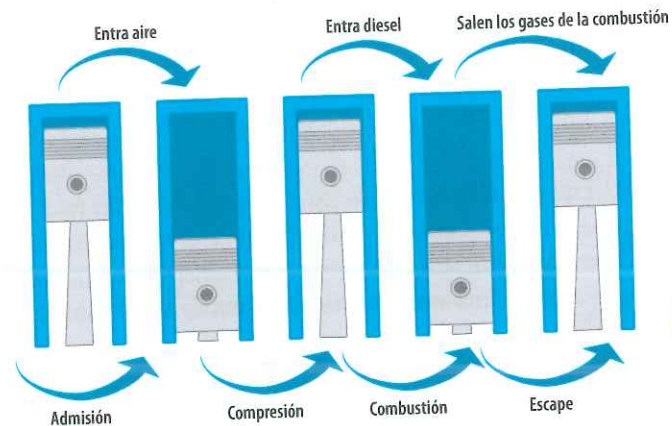


Figura 2.3
Tiempos del ciclo teórico de funcionamiento del motor diésel.

RECUERDA

- ✓ El tiempo del ciclo de funcionamiento del motor en el que se incorpora el combustible es distinto en los motores diésel que en los motores Otto, debido a la distinta forma en que ambos motores queman el combustible. El motor Otto tiene que aportar una chispa para encender la gasolina en contacto con el aire, al comenzar el tercer tiempo, mientras que el motor diésel tiene que elevar lo suficiente la temperatura del aire, para que el gasoil prenda cuando entre en contacto con él.

Actividad propuesta 2.3

Realiza una comparativa entre los ciclos teóricos de funcionamiento de un motor gasolina y uno diésel, analizando cada una de sus fases.

2.4. Motores policilíndricos

Dentro de los motores térmicos ya analizados, con cuatro cilindros para facilitar su análisis, se pueden catalogar los motores policilíndricos, con un mayor número de cilindros.

Como su propio nombre indica, son aquellos que están constituidos por más de un cilindro. Un ejemplo de motor policilíndrico puede verse en la figura 2.4.

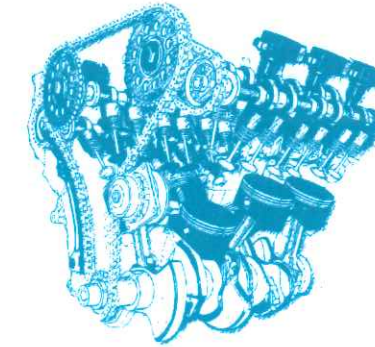


Figura 2.4
Motor con tres cilindros.

Se pueden encontrar motores policilíndricos en los automóviles, y por consiguiente en ambulancias.

Las partes fundamentales de un motor policilíndrico son las siguientes:

1. *Culata y cárter*: estas piezas cierran el cilindro por sus extremos. En los motores policilíndricos, cada pieza de estas cierra varios cilindros. Hay distintas opciones y configuraciones posibles, que se verán más adelante.
2. *Bloque*: es el componente que constituye el conjunto de cilindros de un motor policilíndrico.
3. *Camisas*: son elementos que están en el interior de cada cilindro, y se encuentran en contacto con los segmentos de los pistones.
4. *Cigüeñal*: es el eje de salida del giro del motor y es común para todos los cilindros.
5. *Volante de inercia*: se encuentra situado en un extremo del cigüeñal y su misión es evitar que el cigüeñal gire a sacudidas según el ritmo de las explosiones para conseguir así un giro más suave y regular.

2.4.1. Clasificación de los motores policilíndricos

Los cilindros se agrupan en los motores con diferentes configuraciones, dependiendo del número de cilindros y del espacio disponible para ubicarlos en el automóvil.

Así se pueden encontrar en un automóvil:

- a) *Motor con cilindros en línea*: se considera que un motor tiene los cilindros en línea cuando los cilindros se sitúan uno a continuación del otro. Estos motores disponen de un bloque, una culata y un cárter.
- b) *Motor con cilindros en "V"*: se denomina así al motor cuyos cilindros están repartidos en dos bloques que se unen formando una "V". Estos motores disponen de dos bloques, dos culatas y un cárter.
- c) *Motor bóxer*: a estos motores también se los denomina *motores horizontales opuestos*. Algunas motos los llevan y se pueden identificar al fijarnos un poco, sin dificultad. Los cilindros están agrupados en dos bloques que se oponen, es decir, dos bloques opuestos, dos culatas y un cárter.
- d) *Motores en estrella*: son motores utilizados en aviación. Los cilindros están colocados de tal manera que tienen forma de circunferencia. Tienen varios bloques, varias culatas y no disponen de cárter.

RECUERDA

- ✓ Los motores en línea y los motores en "V" son los que se utilizan en ambulancias.

2.4.2. Motores de cuatro cilindros en línea

Este tipo de motor es el más habitual en las ambulancias al igual que es el más sencillo para comprender la relación existente entre los distintos cilindros que conforman un motor policilíndrico.

En estos motores cada uno de los cilindros realiza su propio ciclo transmitiendo todos ellos el movimiento a un mismo cigüeñal común.

En el estudio del ciclo teórico de funcionamiento se ha visto que:

- Un ciclo de funcionamiento corresponde a dos vueltas del cigüeñal.
- De los cuatro tiempos, solo el tercero (explosión o combustión) produce movimiento. En los demás tiempos, para que el pistón se mueva, tiene que recibir movimiento desde el exterior.

A) Cuatro tiempos y cuatro cilindros

Si se parte de un motor de cuatro cilindros, analizando el ciclo de cada uno de ellos independientemente, se observa que en cada media vuelta del cigüeñal uno de ellos está en el tiempo de combustión o explosión.

Parte del trabajo obtenido en el cilindro que está realizando el tercer tiempo se transmite a través del cigüeñal a los demás cilindros para que estos puedan realizar el tiempo que le corresponda a cada uno.

Así pues, mientras que en un cilindro se está realizando el tiempo de combustión (motor diésel) o de explosión (motor Otto), en otro cilindro se está realizando la admisión, en otro la compresión y en otro el escape.

B) Cigüeñal

El cigüeñal está constituido por cuatro muñequillas a las que se les acoplan las bielas (una por pistón), y cinco apoyos a través de los cuales se sujeta sobre el bloque.

Para conseguir que cada cilindro realice un tiempo distinto, en el mismo ciclo, es preciso que el cigüeñal tenga una forma como la que se ve en la figura 2.5.

Los números que se ven en la figura 2.5 corresponden a la numeración que se otorga a cada cilindro, de modo que el cilindro número 1 es el que está más próximo al volante de inercia y, correlativamente, se numera el resto de cilindros del motor.

La disposición de las muñequillas del cigüeñal es simétrica respecto de su eje transversal, de manera que:



Figura 2.5
Cigüeñal para 6 cilindros en línea.

1. Los pistones 1 y 6 suben y bajan a la vez, lo que significa que si hacen el recorrido ascendente (del PMI al PMS), uno estará en compresión y el otro en escape. Si hacen el recorrido descendente (del PMS al PMI), uno estará en explosión o combustión y el otro en admisión.
2. Por otro lado, los pistones de los cilindros 2 y 5 hacen los dos la misma carrera, opuesta a la que estén haciendo los pistones de los cilindros 1 y 6.
3. Por consiguiente, los pistones de los cilindros 3 y 4 hacen los dos la misma carrera, opuesta a la que estén haciendo los pistones de los cilindros 2 y 5. Es decir, hacen la misma carrera que los pistones 1 y 6.

C) Orden de las explosiones o combustiones

Para facilitar la comprensión del funcionamiento, a continuación se va a poner una situación de partida en la que la primera explosión o combustión se realiza en el primer cilindro. Esta explicación se va a hacer como si fuera un motor de 4 cilindros, o pistones, en lugar de 6, para facilitar la comprensión.

1. Primera explosión o combustión

El primer cilindro en el que se produce la explosión o combustión es el 1, obligando a que esté en el PMS. Como consecuencia, los pistones de los cilindros 1 y 4 se desplazan hacia el PMI, mientras que los pistones de los cilindros 2 y 3 se desplazan hacia el PMS. Como se puede ver en el cuadro 2.2.

CUADRO 2.2
Primera explosión o combustión

Cilindro	Carreras del pistón	Tiempo
1	PMS a PMI	Explosión o combustión
2	PMI a PMS	Compresión/escape
3	PMI a PMS	Compresión/escape
4	PMS a PMI	Admisión

La explosión o la combustión en el cilindro 1 proporciona media vuelta al cigüeñal. Esa media vuelta permite que los demás pistones realicen la carrera que les corresponde.

2. Segunda explosión o combustión

En esta fase los cilindros 2 y 3 efectuarán la carrera PMS a PMI y, por tanto, en uno de los dos se producirá la explosión o combustión.

La explosión o combustión en el cilindro 2 o 3 desplaza a los pistones de ambos cilindros hacia el PMI y, a través del cigüeñal, a los pistones 1 y 4 desde el PMI hasta el PMS. Como se puede ver en el cuadro 2.3.

CUADRO 2.3
Segunda explosión o combustión

Cilindro	Carreras del pistón	Tiempo
1	PMI a PMS	Escape
2	PMS a PMI	Explosión o combustión/admisión
3	PMS a PMI	Explosión o combustión/admisión
4	PMI a PMS	Compresión

Considerando que el orden de encendido es el orden en el que una misma fase se va sucediendo, va pasando, de cilindro en cilindro, por ahora, el orden de encendido podrá ser 1-2 o bien 1-3.

3. Tercera explosión o combustión

En estas condiciones, solo se puede producir la explosión o la combustión en el cilindro número 4, ya que el número 1 acaba de realizar la carrera de escape y debe realizar la admisión. Como se puede ver en el cuadro 2.4.

CUADRO 2.4
Tercera explosión o combustión

Cilindro	Carreras del pistón	Tiempo
1	PMS a PMI	Admisión
2	PMI a PMS	Compresión/escape
3	PMI a PMS	Compresión/escape
4	PMS a PMI	Explosión o combustión

Los posibles órdenes de encendido hasta este momento son 1-2-4 o bien 1-3-4.

4. Cuarta explosión o combustión

En estas condiciones se produce la explosión o la combustión en el cilindro 2 o 3 (en el que no se haya realizado antes).

Obtenemos, finalmente, dos posibles órdenes de encendido para un motor de 4 cilindros en línea: 1-3-4-2, o bien 1-2-4-3. Como se puede ver en el cuadro 2.5.

CUADRO 2.5
Cuarta explosión o combustión

Cilindro	Carreras del pistón	Tiempo
1	PMI a PMS	Compresión
2	PMS a PMI	Explosión o combustión/admisión
3	PMS a PMI	Explosión o combustión/admisión
4	PMI a PMS	Escape

Recurso web

Para aclarar la sucesión de las fases de un cilindro a otro puedes acceder con el código QR adjunto a un vídeo donde se explica el funcionamiento de un motor de gasolina.



Cuando se desarrolla un ciclo, siempre en un motor de cuatro cilindros, uno de los pistones se encuentra en fase de explosión o combustión, y proporciona media vuelta al cigüeñal, empujando al resto de pistones para que puedan hacer la carrera correspondiente. Tras la cuarta explosión o combustión, el cigüeñal habrá dado cuatro medias vueltas o, lo que es lo mismo, dos vueltas completas.

TOMA NOTA



Existen motores policilíndricos con más de 4 cilindros. Los motores pueden tener distintas configuraciones y distinto número de cilindros. Por ejemplo:

- 6 cilindros en línea: el cigüeñal puede adoptar en este caso dos disposiciones.
- 6 cilindros en "V": también en este caso hay dos posibles disposiciones de las muñequillas del cigüeñal, que se corresponden con 2 órdenes distintos de encendido. El orden de encendido más utilizado en este caso es 1-5-3-6-2-4.



Actividad propuesta 2.4

De la clasificación de los cuatro tipos de motores realizada anteriormente: motores con cilindros en línea, con cilindros en "V", bóxer y en estrella, investiga las características y aplicaciones industriales principales de cada uno de ellos, y compáralas entre sí, destacando las ventajas e inconvenientes en cada caso. Puedes ayudarte de libros, manuales técnicos, internet, opiniones de profesionales, etc.

Resumen

- El motor térmico es una máquina capaz de transformar cualquier tipo de energía en un giro.
- En un motor Otto, el aire y el combustible se introducen simultáneamente en el interior del motor, y se produce una chispa, que provocará una explosión en el interior del motor.
- En un motor diésel, el aire se introduce en el interior del motor y se comprime. Durante la compresión, el aire va aumentando su presión y por tanto se va calentando. Cuando el aire está suficientemente caliente, se introduce el combustible. El combustible alcanza rápidamente su temperatura de combustión y empieza a arder por sí solo. El combustible alcanza rápidamente la temperatura de combustión porque se introduce en una zona (cámara de combustión) que está a una temperatura superior a la temperatura específica de combustión del combustible diésel.
- La temperatura de combustión es aquella a la cual un material arde sin necesidad de aplicarle ninguna llama. Esta temperatura es característica de cada material.
- En un motor Otto las fases del ciclo teórico de funcionamiento son admisión, compresión, explosión y escape.
- En un motor diésel las fases del ciclo teórico de funcionamiento son admisión, compresión, combustión y escape.



Ejercicios propuestos

1. Explica por qué el motor Otto se denomina también *motor de explosión*, mientras que el diésel se denomina *motor de combustión*.
2. Responde verdadero o falso a las siguientes afirmaciones:
 - a) Un motor térmico es aquel que transforma el calor que proporciona el combustible al quemar en un giro.
 - b) Al motor diésel también se le conoce con el nombre de motor de combustión.
 - c) El motor Otto quema gasoil.
 - d) En un motor Otto el combustible se quema formando una explosión.
3. ¿A qué se denomina *temperatura de combustión*?
4. ¿Qué tipo de motor necesita una chispa para funcionar? Razona tu respuesta.
5. Describe cómo está situado un pistón que se encuentra en el punto muerto superior y di qué nombre recibe el movimiento que realizará desde esta posición hasta situarse en el punto muerto inferior.

6. ¿Por qué el motor Otto necesita una bujía que produzca una chispa en el interior del cilindro?

7. Relaciona cada componente del motor con su definición:

Cilindro	Pieza metálica que va unida al pistón por uno de sus extremos.
Válvula	Cierra el cilindro por uno de sus extremos.
Biela	Es el eje de salida del giro del motor térmico a otros componentes.
Cigüeñal	Abre y cierra un orificio de la culata.
Cárter	Es el lugar donde se produce en la combustión o la explosión.

8. Responde verdadero o falso a las siguientes afirmaciones:

- a) El motor diésel requiere mayores presiones que el motor Otto en el tiempo de compresión.
- b) La junta de culata está situada entre el cilindro y el cárter.
- c) La culata se encuentra en la parte inferior del cárter.
- d) Se denomina *cigüeñal* al eje de salida del giro del motor térmico hacia el resto de sistemas.

9. Explica qué diferencias hay entre el tercer tiempo de ciclo del motor Otto y el tercer tiempo del motor diésel. Explica por qué este tiempo es distinto en ambos tipos de motores.

10. Escribe el nombre de los cuatro tiempos del ciclo teórico de funcionamiento de un motor Otto e indica qué recorrido hace el pistón en cada uno de ellos. Haz a continuación lo mismo para el motor diésel.

Supuesto práctico

Un día de trabajo normal, Judith notó que cuando fue a arrancar el motor de la ambulancia, que tenía motor diésel, tuvo que realizar varios intentos para hacerlo. El nivel de combustible y aceite eran correctos, y aunque era invierno no hacía especialmente mucho frío, pero aun así fue complicado ponerla en marcha.

Se pide:

- a) Analizar las posibles causas que pudieron provocar esta situación.
- b) Indicar si algún componente pudo estar en mal estado, etc.

Debate en clase

Temas para debatir:

- ¿A qué crees que se debe que, tras años de investigación, no se haya desarrollado una tecnología capaz de superar los motores térmicos convencionales, con mayores prestaciones, mejores rendimientos, menos contaminante para el medioambiente y energía más barata?
- ¿Realmente hasta hoy se ha investigado todo lo posible con la tecnología disponible, para buscar verdaderas alternativas a los combustibles fósiles?

El motor térmico, tal y como se conoce, es un elemento fundamental para el movimiento de nuestros vehículos, aunque no es la única alternativa. Existen otros motores, como los eléctricos, híbridos, y otras muchas investigaciones, orientadas a prestar un mayor servicio, más alternativas, menos contaminaciones y mayor cuidado del medioambiente. Aun así, hoy en día, tras años de investigación, no se llega a desarrollar un sistema alternativo a los combustibles fósiles, capaz de sustituir a estos y aplicarse de forma mayoritaria en los automóviles.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. La carrera se puede definir como:
 - a) El recorrido que hace el pistón cuando se desplaza desde el PMS hasta el PMI o viceversa.
 - b) El movimiento de apertura y cierre que hacen las válvulas de admisión y escape.
 - c) El movimiento circular que realiza el volante de inercia del motor.
 - d) El movimiento horizontal y vertical que realiza el volante de inercia del motor.
2. En un motor diésel, cuando se realiza la compresión según el ciclo teórico de funcionamiento:
 - a) Se comprime la mezcla de aire y combustible.
 - b) Se comprime únicamente aire.
 - c) Se comprime únicamente combustible.
 - d) No se comprime nada porque no hay nada en el cilindro.

3. Las fases de ciclo de un motor gasolina son:
 - a) Admisión, explosión y escape.
 - b) Admisión, compresión, combustión y escape.
 - c) Admisión, extracción, compresión y escape.
 - d) Admisión, compresión, explosión y escape.
4. Las fases de ciclo de un motor diésel son:
 - a) Admisión, compresión, combustión y escape.
 - b) Admisión, extracción, compresión y escape.
 - c) Admisión, compresión, explosión y escape.
 - d) Admisión, extracción, explosión y escape.
5. Cuando se produce la fase de explosión en un motor de gasolina, según el ciclo teórico, la válvula de escape:
 - a) Se encuentra abierta.
 - b) Se encuentra cerrada.
 - c) Permanece cerrada en todas las fases del ciclo.
 - d) Permanece abierta en todas las fases del ciclo.
6. Los motores de los automóviles actuales generalmente están formados por:
 - a) Un único cilindro y pistón.
 - b) Dos cilindros y dos pistones.
 - c) Varios cilindros y pistones, cuatro, seis, etc., y reciben el nombre de *policilíndricos*.
 - d) Ninguna de las opciones anteriores es correcta.
7. Considerando que el cárter es el recipiente en el que se almacena el aceite necesario para la lubricación del motor y suele estar en la parte inferior del motor, en un motor de cuatro cilindros en línea, se puede encontrar:
 - a) Un único cárter común a los cuatro cilindros.
 - b) Tantos cárteres como número de cilindros.
 - c) Dos cárteres.
 - d) Cuatro cárteres.
8. Uno de los posibles órdenes de encendido de un motor de cuatro cilindros en línea es:
 - a) 4-3-2-1.
 - b) 1-3-4-2.
 - c) 2-1-4-3.
 - d) 1-2-3-4.
9. Por la forma que posee, el cigüeñal hace que:
 - a) Los pistones 1 y 2 suban y bajen a la vez.
 - b) Los pistones 2 y 4 suban y bajen a la vez.
 - c) Los pistones 1 y 4 suban y bajen a la vez.
 - d) Los pistones 1 y 3 suban y bajen a la vez.

10. Debido a que la combustión en un motor diésel se produce por temperatura, respecto a los componentes que conforman los motores de gasolina y los diésel es correcto afirmar que:

- a) Habitualmente los materiales que conforman los motores diésel son más resistentes que los de gasolina.
- b) Habitualmente los materiales que conforman los motores diésel son menos resistentes que los de gasolina.
- c) Los materiales constructivos de ambos motores tienen características muy similares de resistencia y dureza.
- d) Todas las opciones son correctas.

SOLUCIONES:

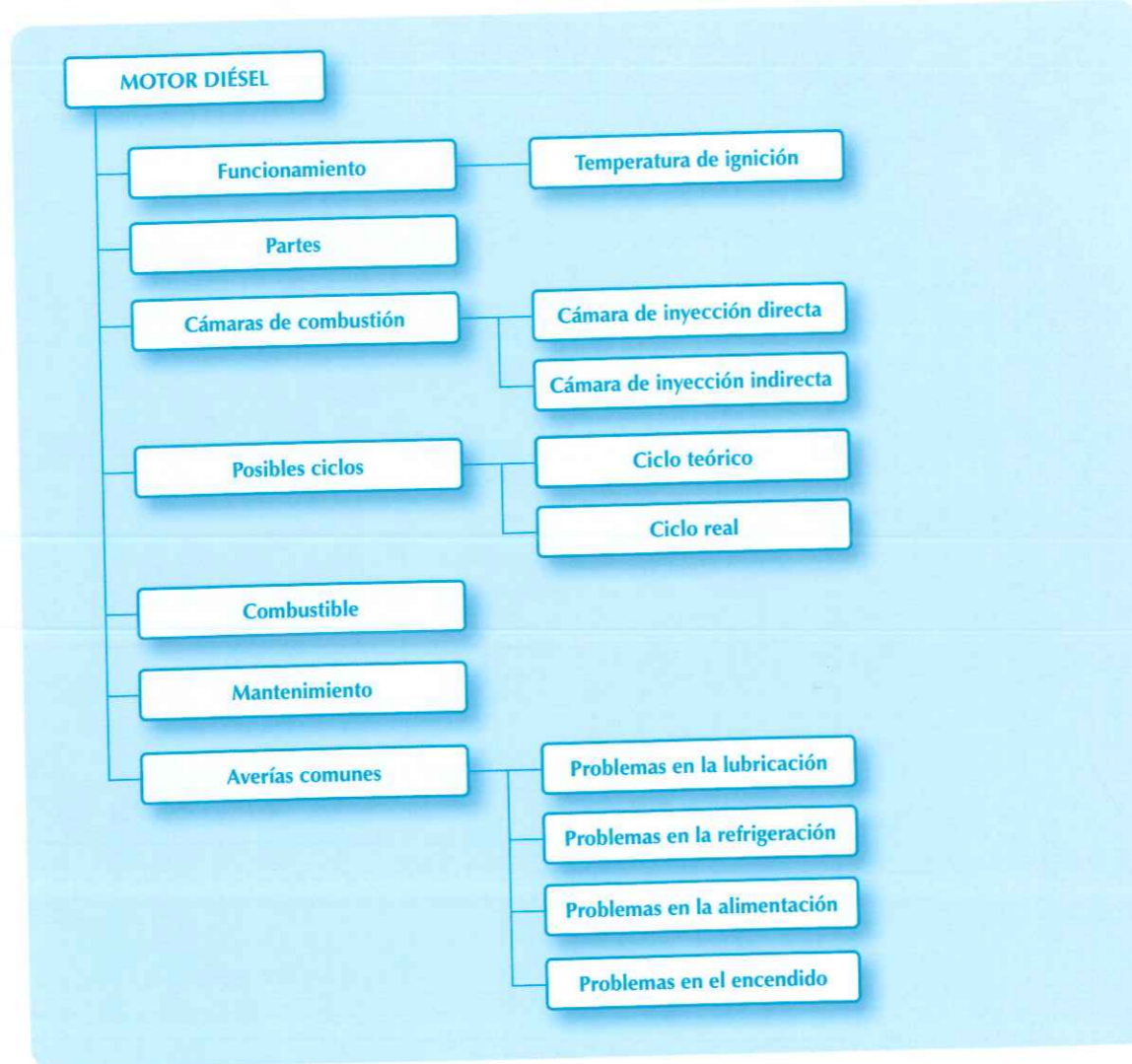
- | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. <input checked="" type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 5. <input type="checkbox"/> a | <input checked="" type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 9. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input checked="" type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 2. <input type="checkbox"/> a | <input checked="" type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 6. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input checked="" type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 10. <input checked="" type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 3. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input checked="" type="checkbox"/> d | 7. <input checked="" type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | | | | |
| 4. <input checked="" type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 8. <input type="checkbox"/> a | <input checked="" type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | | | | |

El motor diésel

Objetivos

- ✓ Conocer el funcionamiento de un motor de combustión.
- ✓ Identificar las diferencias del motor diésel con el motor de explosión.
- ✓ Aprender el mantenimiento preventivo en motores diésel.
- ✓ Distinguir las averías más comunes.

Mapa conceptual



Glosario

Carrera de pistón. Distancia recorrida por el pistón en el interior del cilindro, desde el punto muerto superior (PMS) hasta el punto muerto inferior (PMI), o viceversa. Esa misma distancia es la altura del cilindro, utilizada para calcular la cilindrada.

Destilación fraccionada. Proceso físico utilizado en química para separar mezclas (generalmente homogéneas) de líquidos empleando el calor, con un amplio intercambio calorífico y másico entre vapores y líquidos. Se emplea para separar soluciones de sustancias con puntos de ebullición distintos pero cercanos. Una de las fuentes más importantes de materias primas es el petróleo, procesado en grandes cantidades en las refinerías.

Forma toroidal. Superficie de revolución que se genera cuando una curva plana cerrada simple gira alrededor de una recta exterior con la que no se corta. Su forma se corresponde con la superficie de los objetos que se suelen denominar *argollas*, *anillos*, *aros*, *roscas* o *dónuts*.

Fueloil. Combustible más pesado que se puede destilar a presión atmosférica. Está compuesto por moléculas con más de 20 átomos de carbono, y tiene color negro. El fueloil se usa como combustible para plantas de energía eléctrica, calderas y hornos.

Parafina. Definición genérica que se da a sólidos formados combinando hidrocarburos. Dichos sólidos carecen de olor y como poseen una densidad muy baja ($0,8 \text{ g/cm}^3$), no son miscibles con el agua, pero sí en éter, etanol caliente, cloroformo y benceno. La aparición de parafinas se inicia cuando comienza la destilación del petróleo.

Toroide. Se usa para referirse a un poliedro toroidal, que es la superficie de revolución generada por un polígono que gira alrededor de un eje.

Viscosidad. Resistencia que presenta un líquido a fluir. Cuando un líquido fluye, sus moléculas tratan de permanecer unidas, sin separarse, oponiéndose al movimiento, que trata de separarlas.

3.1. Principio de funcionamiento

Tanto los motores de gasolina como los diésel son motores térmicos. En el caso del diésel es un motor térmico de combustión interna alternativo. La diferencia principal es que en el caso de los motores diésel, el encendido del combustible se logra por la elevada temperatura que se alcanza al comprimir el aire en el interior del cilindro (no necesitan el encendido por chispa de la bujía, como en los motores de gasolina).



Fue inventado y patentado por el alemán Rudolf Diesel en 1892, diseñado inicialmente para sustituir las máquinas de vapor, por su bajo rendimiento, ideado como un motor que empleara un combustible poco volátil, muy utilizado por entonces, conocido como *fueloil* que se empleaba para encender las lámparas de las calles.

Para que se produzca la combustión es necesario que la mezcla de aire y combustible lleguen a la *temperatura de ignición*. En los motores diésel se alcanza dicha temperatura aumentando mucho la presión de los gases en el tiempo de compresión. La relación de compresión en motores diésel es mucho mayor que en el caso de los motores de explosión.

Existen *motores diésel de dos y cuatro tiempos*. Los motores de cuatro tiempos se utilizan en vehículos utilitarios. Los de dos tiempos se suelen utilizar en grandes motores náuticos.

3.2. Partes de un motor diésel

A simple vista, los motores diésel físicamente tienen pocas diferencias con los motores de explosión.



TOMA NOTA

En algunos vehículos potentes que alcanzan altas revoluciones por minuto (r. p. m.), como en algunos BMW, se emplean válvulas de escape con sodio líquido en su interior. Debido a que en el escape se pueden alcanzar los 800 °C, el sodio líquido absorbe parte de calor para que la temperatura baje.

Si se analizan las principales diferencias entre los motores de gasolina y los diésel, en estos últimos:

- Las cámaras de combustión son más pequeñas. Para llegar a la temperatura de ignición del combustible diésel es necesario que la relación de compresión sea mayor que en los gasolina (hasta 1:20), por lo que el volumen ocupado por los gases una vez que el pistón está en el punto muerto superior (PMS) es pequeño.
- No hay bujías. En la culata se alojan los inyectores, que son los encargados de introducir el combustible en los cilindros. También se colocan los *calentadores* (a veces llamados *bujías de caldeo*), que son los encargados de calentar los gases de admisión y el combustible cuando el motor está frío, especialmente en el momento de arrancar el motor.
- Los materiales son más resistentes. Al alcanzar temperaturas y presiones superiores que los gasolina, obliga a que el cigüeñal, bloque, bielas, pistones, culata y válvulas tengan que aguantar mayores esfuerzos. En ciertos vehículos, las válvulas de escape suelen tener un núcleo de sodio para evacuar mejor el calor.
- Hay más segmentos de compresión y engrase.
- Es necesario que la mezcla de aire con el combustible se haga lo más rápida y homogénea posible por lo que se provocan torbellinos de aire en el momento de admisión e inyección. Se consigue modificando la estructura de la cabeza de los pistones, la cámara de precombustión o precámara, o incluso la válvula de admisión.
- Las bielas suelen estar taladradas para llevar aceite al pie de válvula y lubricar así el bulón y el pistón.

WWW

Recurso web

Accediendo con el código QR adjunto podrás apreciar los componentes principales de un motor diésel a la vez que el ciclo teórico de funcionamiento de este.



Actividad propuesta 3.1

Considerando lo visto hasta el momento sobre motores diésel, ¿consideras que sería efectivo un motor diésel con cámaras de combustión grandes, inyectando la misma cantidad de combustible que habitualmente, haciendo que este entrase sin la turbulencia mencionada? Razona tu respuesta.

3.3. Cámaras de combustión para motores diésel

Existen varias posibilidades respecto a la inyección de combustible en los motores diésel. Puede tratarse de una inyección directa sobre la cámara principal de los cilindros o de una inyección indirecta de combustible, que se produce en una precámara.

3.3.1. Cámara de inyección directa

La inyección de combustible se realiza directamente sobre la cabeza del pistón, como se muestra en la figura 3.1. Se utiliza un inyector con varios orificios con elevada presión de inyección de combustible para que el aire pueda mezclarse bien con el combustible. Se busca que el chorro de combustible realice un largo recorrido hasta la cabeza del pistón para que se evapore. La turbulencia del aire se hace mayor durante la compresión debido a la forma toroidal de la cámara. Una gran ventaja es su bajo consumo comparándolo con la inyección indirecta, aunque suelen ser motores más ruidosos que estos últimos.

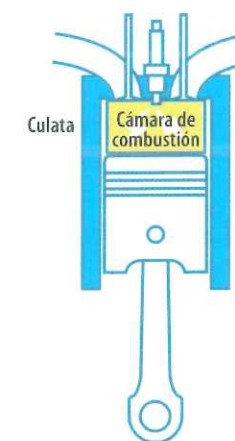


Figura 3.1
Inyección directa.

3.3.2. Cámara de inyección indirecta o de turbulencia

Estos motores se disponen de dos cámaras, una precámara o cámara de turbulencia y otra cámara principal, como se refleja en la figura 3.2.

La cámara de turbulencia ocupa entre el 60% y el 90% del volumen total de la cámara de combustión. La comunicación entre las dos cámaras se realiza a través de un conducto o canal. Durante la compresión, cuando el aire atraviesa el canal experimenta una gran turbulencia, que llega hasta la cámara principal. El combustible se inyecta en la precámara, muy cerca del canal y el torbellino, lo que provoca el inicio rápido de la combustión. El aumento de presión traslada la combustión de forma rápida y progresiva a la cámara principal donde se completa la combustión.

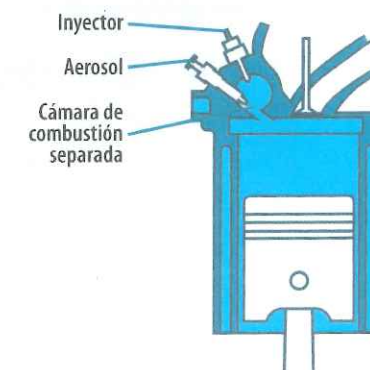


Figura 3.2
Inyección indirecta.

Actividad propuesta 3.2



En los motores de inyección indirecta, ¿cambiaría su efectividad o rendimiento si se diseñaran con el conducto que comunica las dos cámaras de mayor longitud y mayor diámetro? Razona tu respuesta.

3.4. Ciclos del motor de cuatro tiempos diésel

Como ya se ha visto anteriormente, en los motores térmicos tanto diésel como gasolina, se estudian dos ciclos diferentes, que sirven para comprender el funcionamiento teórico y real de dichos motores. A continuación se analizarán por separado los ciclos de un motor diésel.

3.4.1. Ciclo teórico del motor de cuatro tiempos diésel

Analizar primero el ciclo teórico de funcionamiento simplifica la comprensión de cómo funciona un motor diésel, aunque difiere en algunos detalles de lo que se produce realmente, que se estudia al ver el ciclo práctico o real de funcionamiento de un motor diésel.

A) Fase 1: admisión

Con el pistón posicionado en el PMS (punto muerto superior) comienza su carrera descendente y al mismo tiempo se abre la válvula de admisión para llenar de aire limpio aspirado o forzado por un turbocompresor el cilindro, terminando esta fase del ciclo cuando el pistón llega al PMI (punto muerto inferior) y la válvula de admisión se cierra nuevamente. La figura 3.3 muestra la posición del pistón en el PMS, justo en el instante anterior a que comience la admisión, y comience su carrera descendente.

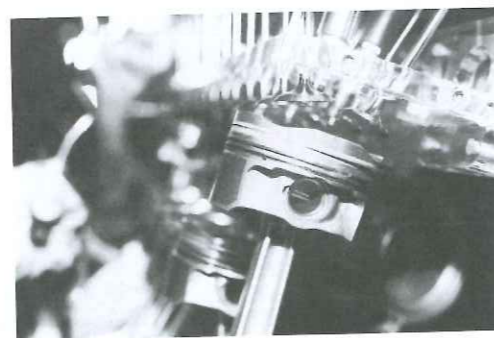


Figura 3.3
Inicio de la fase de admisión.

B) Fase 2: compresión

El pistón está en el punto muerto inferior (PMI) y empieza su carrera ascendente, comprimiendo el aire contenido en el cilindro y consiguiendo aire caliente en la cámara de combustión.

C) Fase 3: combustión (trabajo)

Cuando el pistón está a punto de llegar al punto muerto superior (PMS) se inicia la inyección de combustible diésel a alta presión. En este momento se mezclan las partículas de gasóleo pulverizado con el aire caliente y se produce el encendido y por tanto, la expansión de gases por la combustión del gasóleo, moviendo el pistón desde el PMS hacia el PMI y generando trabajo.



En mecánica clásica, se dice que una fuerza realiza trabajo cuando modifica el estado de movimiento de un cuerpo. El trabajo de la fuerza sobre ese cuerpo será equivalente a la energía necesaria para desplazarlo de forma acelerada. El trabajo es una magnitud física que se representa con la letra (W) y se expresa en julios (J) en el Sistema Internacional de Unidades.

D) Fase 4: escape

Concluida la fase de trabajo y habiendo llegado el pistón al (PMI), se abre la válvula de escape al mismo tiempo que el pistón empieza su carrera hacia el PMS y elimina por el conducto de escape los gases producidos por la combustión en el cilindro.

TOMA NOTA



Si los motores diésel que llevan los vehículos funcionaran mediante el ciclo teórico, su funcionamiento sería más ruidoso porque los pistones tendrían que llegar a los extremos (PMS o PMI), pararse y comenzar su movimiento contrario al que llevaran en ese momento, produciendo mayores vibraciones, pérdidas de rendimiento, etc. Por estos motivos los diésel no funcionan mediante el ciclo teórico, sino mediante el ciclo real, que se estudiará a continuación.

3.4.2. Ciclo práctico o real del motor de cuatro tiempos diésel

De forma similar al motor de explosión, se modifican los momentos en los que abrimos y cerramos las válvulas de admisión y escape para conseguir mejores resultados.

En la figura 3.4 se puede apreciar el ciclo real de funcionamiento de un motor diésel, una vez introducidas las modificaciones. Para entender esta figura, se debe tener en cuenta lo siguiente (ten en cuenta que para comprender las siguientes siglas se ha de matizar que *avance* se refiere a "adelanto"):

1. *AAE (avance a la apertura del escape)*: la válvula de escape se abre antes de llegar el pistón al PMI para descargar rápidamente la presión residual existente al final de la expansión.
2. *RCE (retraso al cierre del escape)*: con el retraso del cierre de la válvula de escape se aprovecha la inercia de los gases para mejorar la evacuación.

La válvula de admisión se abre antes de llegar el pistón al PMS para que la velocidad de salida de los gases de escape arrastre a los gases de admisión.

3. *AAA (avance a la apertura de admisión)*: la válvula de admisión se abre antes de llegar el pistón al PMS para que la velocidad de salida de los gases de escape arrastre a los gases de admisión.
4. *RCA (retraso al cierre de admisión)*: el retraso del cierre de la válvula de admisión permite que los gases sigan entrando en el cilindro por la velocidad que conservan, mientras esta está aún abierta.
5. *AI (avance a la inyección)*: desde el momento en que se inicia la inyección hasta que comienza la combustión hay un lapso de tiempo, el que tarda el combustible en evaporarse y calentarse hasta la temperatura de ignición. Adelantando la inyección conseguimos que la combustión comience en el momento idóneo.

Los motores diésel sobrealimentados tienen ángulos menores en el AAA y en el RCE, puesto que la entrada de aire en el cilindro es forzada. En algunos casos estas cotas son negativas.

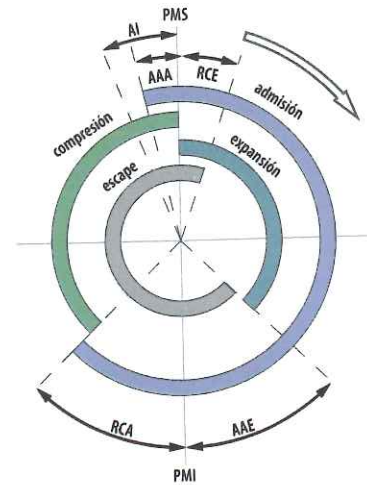


Figura 3.4
Ciclo real de funcionamiento de un motor diésel.

En cuanto a la contaminación, el rendimiento térmico-mecánico es mejor en el motor diésel, comparándolo con el motor de gasolina, sus emisiones son menores que en el motor de gasolina (porque gasta menos combustible para realizar un mismo trabajo). Por otro lado, como desventaja, los motores diésel expulsan gases y partículas más contaminantes (HC, NOX, C, S, etc.) que los motores de gasolina, aunque los fabricantes van mejorando los sistemas de escape para minimizarlo.

Como idea principal de lo comentado se puede afirmar que los motores diésel proporcionan menos emisiones pero más dañinas para la salud, que los gasolina.



- Un kilo de gasolina y un kilo de diésel tienen aproximadamente el mismo poder calorífico (43,1 MJ/kg) pero, al ser más denso el diésel, un litro contiene más energía.
- El gasóleo es generalmente más simple de refinar del petróleo que la gasolina, y contiene hidrocarburos con un punto de ebullición entre 180 °C y 360 °C.
- En ocasiones se utilizan aceites vegetales como combustible para motores diésel. Para poder usarlos con eficiencia y garantías es necesario hacer modificaciones en el motor. Hay muchos factores que evitan que podamos usarlos directamente. Aunque el principal problema es la mayor viscosidad (mucho mayor) del aceite vegetal respecto al diésel normal proveniente del petróleo. Hay que calentar el aceite para que los inyectores puedan pulverizarlo bien. Si no está bien pulverizado no arde correctamente y se depositan residuos en inyectores y cilindros, empeora el rendimiento, aumenta las emisiones contaminantes y acorta la vida del motor.

RECUERDA

- ✓ Conociendo el funcionamiento del ciclo real de funcionamiento de un motor diésel, se comprende que el rendimiento de esta forma es mucho mejor, los ruidos y vibraciones son menores que en el funcionamiento mediante el ciclo teórico.

Actividad propuesta 3.3

Dibuja el ciclo teórico de funcionamiento de un motor diésel y por otro lado dibuja el ciclo real de funcionamiento del mismo tipo de motor, introduciendo las modificaciones comentadas en este apartado.

3.5. Combustible

El gasóleo, también denominado *gasoil* o *diésel*, es un líquido de color blanquecino, aunque puede presentar otras tonalidades como verdosas o rojizas dependiendo de los aditivos aportados, compuesto fundamentalmente por parafinas y utilizado principalmente como combustible en motores diésel y en calefacción.

Cuando se obtiene de la destilación del petróleo se denomina *petrodiesel* y cuando se obtiene a partir de aceites vegetales se denomina *biodiesel*.

Actividad propuesta 3.4

Considerando que un kilo de gasolina y un kilo de diésel tienen aproximadamente el mismo poder calorífico (43,1 MJ/kg), razona por qué la mayor densidad del diésel hace que un litro tenga más energía que un litro de gasolina.

3.6. Mantenimiento del motor diésel

El mantenimiento preventivo para los motores diésel no difiere mucho de los motores de explosión y se centra en el buen funcionamiento de los sistemas de lubricación, refrigeración y alimentación, sin olvidar el correcto escape. Se trata de tareas como cambio de aceite, filtros de aire, gasoil y aceite, limpieza de inyectores, cambio de anticongelante, sustitución de calentadores fundidos, etc. Estas operaciones se irán viendo en los capítulos descriptivos de cada sistema.

3.7. Averías comunes del motor diésel

Aunque algunos de estos aspectos se desarrollarán en capítulos sucesivos, los problemas más comunes que pueden aparecer se derivan de un mal mantenimiento preventivo y suelen agruparse según se observa en el cuadro 3.1.

CUADRO 3.1 Problemas derivados de un mal mantenimiento preventivo

Problemas en la lubricación	Provocan un calentamiento excesivo, gripaje del motor, desgaste de cilindros, pistones, segmentos, cojinetes, etc.
Problemas de refrigeración	Sobrecalentamiento, curvado de culata, etc.
Problemas de alimentación	La mezcla inadecuada de combustible y aire provoca una mala combustión, depósitos de carbonilla, humos, etc.
Problemas de encendido	Si al motor le cuesta arrancar en frío es muy probable que algún calentador esté fundido.

Actividad propuesta 3.5



Considerando los problemas vistos en este apartado de mantenimiento, suponiendo que hay problema en la alimentación, ¿qué crees que pasaría en el motor al arrancarlo? Y si suponemos que los problemas están en el encendido, ¿cómo lo detectaríamos?

Resumen

- Para que se produzca la combustión en un motor diésel es necesario que la mezcla de aire y combustible llegue a la temperatura de ignición.
- Aunque la gran mayoría de componentes de los motores diésel y gasolina son los mismos, aunque más resistentes en los diésel, existen otros componentes específicos de los motores diésel, que no están en los gasolina.
- Existen motores diésel de inyección directa y otros de inyección indirecta.
- Hay que conocer bien el ciclo teórico de funcionamiento y por otro lado el ciclo real de funcionamiento de los motores diésel.
- Los motores diésel proporcionan menos emisiones, pero más dañinas para la salud, que los gasolina.
- Las averías más comunes de los motores diésel suelen derivarse de un mal mantenimiento preventivo del motor.



Ejercicios propuestos

1. Tanto los motores diésel como los gasolina de cuatro tiempos poseen un cigüeñal con una forma característica que hace que los pistones suban y bajen por los cilindros desfasados. ¿Podría diseñarse un cigüeñal con forma lineal, como una barra metálica y aplicarse en un motor convencional actual de cuatro tiempos? Razona tu respuesta.

2. Comenta lo que ocurriría en un motor térmico diésel o gasolina, si en lugar de funcionar mediante el ciclo real de funcionamiento, lo hiciera mediante el ciclo teórico.
3. Indica los tipos de combustible diésel que existen dependiendo de su destilación.
4. ¿Cuáles son las partículas que los motores diésel expulsan cuando funcionan normalmente?
5. Especifica las consecuencias que pueden derivarse si aparecen problemas en la lubricación del motor térmico.
6. Explica las consecuencias que pueden derivarse si aparecen problemas en la refrigeración del motor térmico.
7. ¿A qué crees que se debe cuando al repostar combustible diésel para nuestro vehículo, en unas gasolineras tenga tonalidades diferentes que en otras, como verdosas, rojizas, etc.?
8. Define el concepto de *temperatura de ignición*, tan importante en los motores diésel.
9. Comenta las fases que se suceden en el funcionamiento de un motor térmico diésel, según el ciclo teórico.
10. Describe cada una de las modificaciones que se realizan sobre el ciclo teórico de un motor diésel para conseguir el ciclo real de funcionamiento del motor diésel.

Supuesto práctico

En un día de trabajo normal, Alonso detectó, una vez comenzado su turno, que el indicador de temperatura de su ambulancia había subido rápidamente. Cuando terminó el aviso en el que se encontraba y regresó a la central revisó los niveles del vehículo y buscó si se había producido alguna fuga de líquidos en la ambulancia, aceite de motor, líquido refrigerante, etc. Al hacerlo vio que el radiador del vehículo había recibido un golpe que lo había

roto, y se había derramado parte del líquido refrigerante que contenía.

Se pide:

- Analizar los posibles problemas que podrían haberse derivado en caso de no haber detectado el problema y haber seguido utilizando la ambulancia normalmente el resto del turno de trabajo.

Debate en clase

Temas para debatir:

- Centrándonos en los motores térmicos, si los diésel son más contaminantes aun generando menos emisiones para el medioambiente, que los gasolina, ¿por qué se siguen fabricando y se continúa investigando sobre ellos en lugar de sustituirlos por otras fuentes de energía más competitivas, concretamente en el transporte sanitario?
- Si en un futuro próximo, con los avances existentes en energías limpias se comenzaran a implantar en ambulancias motores de energías renovables, ¿crees que las prestaciones, tiempo de respuesta, servicio, etc., de los motores de la ambulancia sería suficiente para realizar el trabajo adecuadamente?

Tal como se ha visto, el motor térmico diésel genera menos emisiones a la atmósfera pero más contaminantes para el medioambiente que el motor térmico de gasolina. Por el contrario, pese a las diversas noticias que afirman que se aproxima el fin del motor térmico, tanto diésel como gasolina, lo cierto es que este final nunca llega y se siguen investigando y desarrollando nuevos motores con mejores prestaciones desde el punto de vista medioambiental.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. La combustión de un motor diésel se inicia:

- a) Por temperatura + presión + chispa eléctrica.
- b) Cuando la temperatura de la mezcla llega a la temperatura de ignición.
- c) Cuando la presión es suficiente, sin importar la temperatura.
- d) Cuando se calienta la bujía de calentamiento.

2. La relación de compresión de un motor diésel:

- a) Es igual a la de los motores gasolina.
- b) Es menor que en un motor de explosión.
- c) Es mayor que en los motores gasolina.
- d) En motores diésel no hay relación de compresión.

3. Es correcto afirmar que los motores diésel:

- a) Son todos de cuatro tiempos.
- b) Pueden ser únicamente de dos o de cuatro tiempos.
- c) Son todos de dos tiempos.
- d) Actualmente casi todos los vehículos son diésel de dos tiempos.

4. Si comparamos un motor diésel con un gasolina, es incorrecto afirmar que:

- a) Los pistones diésel suelen llevar más segmentos.
- b) La presión de los cilindros en motores diésel suele ser mayor.
- c) En un motor de gasolina el cigüeñal es siempre más resistente.
- d) Los motores diésel son de combustión y los gasolina de explosión.

5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre las bujías de motores diésel es incorrecta?

- a) Suelen llamarse *calentadores* o *bujías de caldeo*.
- b) Habitualmente intervienen en el arranque para ayudar al motor a alcanzar la temperatura óptima de funcionamiento.
- c) Son los que producen la chispa necesaria en motores diésel para la ignición.
- d) Suelen cambiarse cuando se funde alguna de ellas individualmente.

6. La inyección directa en motores diésel consiste en:

- a) Introducir combustible en el colector de admisión.
- b) Introducir el combustible por efecto Venturi únicamente.
- c) Introducir aire a alta presión en la cámara de combustión.
- d) Introducir el combustible a alta presión en la cámara de combustión.

7. Indica cuál de las siguientes afirmaciones sobre la inyección indirecta diésel es incorrecta:

- a) Consiste en introducir el combustible en una precámara de combustión o cámara de turbulencia.
- b) En la inyección indirecta diésel la cámara de turbulencia forma parte de la cámara de combustión.
- c) La cámara de turbulencia se llena de aire a presión procedente del cilindro.
- d) La cámara de turbulencia posee una válvula que la separa del cilindro.

8. En relación con el ciclo real de funcionamiento de un motor diésel de cuatro tiempos, es incorrecto afirmar que:

- a) Como en el ciclo real de funcionamiento de un motor de explosión, nos indica los reglajes precisos para optimizar el funcionamiento a partir de un ciclo teórico.
- b) El avance de la inyección se realiza para que el combustible se caliente y combustione cuando el pistón llegue al PMS.
- c) Los avances o retrasos de válvulas solo se precisan en motores gasolina, pero no en diésel.
- d) Lo que se llama *cruce de válvulas* se produce en motores diésel y gasolina.

9. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre combustible diésel es incorrecta?
- a) El diésel es más inflamable que la gasolina.
 - b) El rendimiento térmico-mecánico de un litro de diésel es más eficiente que el de un litro de gasolina (se obtiene más trabajo útil).
 - c) Puede obtenerse del petróleo (petrodiesel) o de aceites vegetales (biodiesel).
 - d) No precisa de chispa para iniciar su combustión.
10. En la estructura de un motor diésel de cuatro tiempos:
- a) Los cilindros se alojan en el bloque motor.
 - b) Como mínimo hay un árbol de levas.
 - c) En la culata suele encontrarse válvulas e inyectores.
 - d) Todas las opciones son correctas.

SOLUCIONES:

- | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> a | <input checked="" type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 5. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input checked="" type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 9. <input checked="" type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 2. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input checked="" type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 6. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input checked="" type="checkbox"/> d | 10. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input checked="" type="checkbox"/> d |
| 3. <input type="checkbox"/> a | <input checked="" type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 7. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input checked="" type="checkbox"/> d | | | | |
| 4. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input checked="" type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 8. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input checked="" type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | | | | |

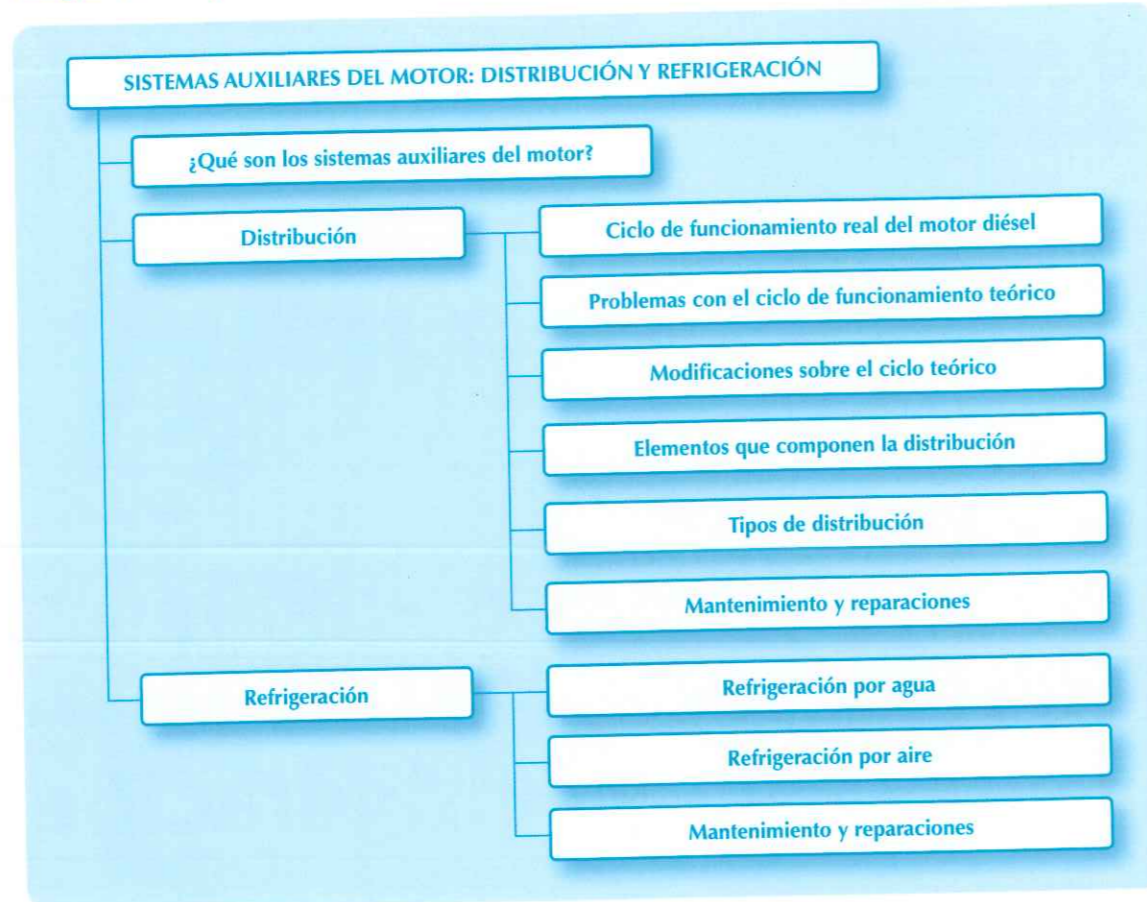
4

Sistemas auxiliares del motor I: distribución y refrigeración

Objetivos

- ✓ Aprender qué es y qué función tiene la distribución.
- ✓ Conocer qué es y qué función tiene la refrigeración.
- ✓ Saber cómo se puede realizar el mantenimiento y reparaciones simples de los sistemas auxiliares del motor (distribución y refrigeración).

Mapa conceptual



Glosario

bar. Unidad de presión equivalente a un millón de barias, aproximadamente igual a una atmósfera (1 atm). Su símbolo es "bar". $1 \text{ bar} = 1.000.000 \text{ barias} (10^6 \text{ barias}) = 100.000 \text{ pascals} (10^5 \text{ Pa}) = 0,9869 \text{ atm} (1 \text{ atm}) = 750,062 \text{ mmHg} (\text{milímetros de mercurio})$.

Caja climática. Elemento formado por trampillas que canalizan el flujo del aire hacia diversas zonas del habitáculo.

Conductancia térmica (C). Medida de transferencia de calor a través de los materiales, formados por una o varias capas, y en condiciones de laboratorio. En este caso se mide la cantidad de calor transferido a través del material en un tiempo y una superficie unitarios, para un espesor especificado (no necesariamente unitario).

Conductividad térmica. Propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor. Es también la capacidad de una sustancia de transferir la energía cinética de sus moléculas a otras contiguas o a sustancias con las que está en contacto. En el Sistema Internacional de Unidades la conductividad térmica se mide en $W/(K \times m)$ —equivalente a $J/(m \times s \times K)$ —.

Desaireación. Eliminación de gas o aire de una sustancia, como eliminar el aire del líquido refrigerante.

Fusible. Elemento eléctrico formado por un soporte y un filamento o lámina metálica con bajo punto de fusión, que se instala en un circuito eléctrico para protegerlo, fundiéndose (por efecto Joule) cuando la intensidad de corriente supere un valor determinado peligroso (por un cortocircuito o un exceso de carga) para los elementos del circuito pues podrían fundirse, quemarse, etc.

Refractómetro. Útil que mide el índice de refracción de un medio material. Se fundamenta en la medida de lo que se llama *ángulo crítico* o *ángulo límite* o en la medida del desplazamiento de una imagen.

Relé. Dispositivo electromagnético que funciona como interruptor controlado por un circuito eléctrico, que, mediante una bobina y un electroimán, acciona uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, por lo que puede considerarse un amplificador eléctrico.

Resistencia eléctrica. La oposición experimentada por el flujo de electrones al moverse a través de un conductor. La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohmio, representado por la letra omega (Ω).

Resistencia eléctrica PTC o NTC. Tipos de resistencias que varían su valor dependiendo de la temperatura. Las PTC aumentan su resistencia cuando la temperatura aumenta, mientras que las NTC disminuyen su resistencia cuando la temperatura aumenta.

Resistencia térmica. La capacidad de un material a oponerse a la transmisión de calor a través de sí mismo. En materiales homogéneos es la relación entre el espesor y la conductividad térmica del material, mientras que en materiales no homogéneos la resistencia es el inverso de la conductancia térmica.

Transmisión de calor por convección. La transmisión de calor por el movimiento real de las moléculas de una sustancia. Este fenómeno solo puede producirse en fluidos en los que por movimiento natural (diferencia de densidades) o circulación forzada (con la ayuda de ventiladores, bombas, etc.) las partículas puedan desplazarse transportando el calor sin interrumpir la continuidad física del cuerpo. Generalmente se da entre un cuerpo y el aire que lo rodea.

Unidad de control electrónico (UCE). Componente electrónico instalado en un determinado circuito eléctrico o electrónico de la ambulancia que gestiona los elementos de dicho circuito y que está interrelacionado con el resto de UCE de la ambulancia para compartir información necesaria.

4.1. Sistemas auxiliares del motor

Los sistemas auxiliares del motor se pueden definir como todos aquellos sistemas o mecanismos que son imprescindibles para que el motor térmico pueda funcionar.

En el capítulo anterior se vio el ciclo de funcionamiento del motor térmico, el cual indica qué ocurre en cada tiempo pero no dice nada acerca de cómo se abren y se cierran las válvulas, ni de dónde se coge el aire y el combustible, ni de lo que pasa con el calor generado, ni del efecto de este. Para saber cómo se producen estos procesos hay que estudiar los sistemas auxiliares del motor.

Estos sistemas auxiliares imprescindibles en un motor térmico son: la *distribución*, la *lubricación*, la *alimentación* y la *refrigeración*.

A continuación se describirá esquemáticamente cuál es la función de cada uno de ellos en el motor térmico y a lo largo del capítulo se explicará con detalle:

1. La distribución es el conjunto de elementos que permiten que las válvulas de admisión y de escape de cada cilindro se abran y se cierren en el momento indicado.
2. La lubricación es el conjunto de elementos encargados de disminuir el rozamiento entre las partes móviles y fijas del motor y ayudar a la refrigeración en la evacuación del calor.
3. La alimentación es el conjunto de elementos que hacen posible la entrada del aire y del combustible al interior del cilindro.
4. La refrigeración es el conjunto de elementos necesarios para mantener al motor térmico dentro de unos márgenes tolerables de temperatura.

En capítulos anteriores se han estudiado los ciclos de funcionamiento del motor Otto y del motor diésel. En este capítulo se verán exclusivamente los ciclos diésel puesto que actualmente los motores diésel son los únicos que las ambulancias poseen.

Actividad propuesta 4.1



Relaciona con flechas cada uno de los sistemas auxiliares del motor con su función principal.

Refrigeración	Es el conjunto de elementos encargados de disminuir el rozamiento entre las partes móviles y fijas del motor y ayudar a la refrigeración en la evacuación del calor.
Alimentación	Es el conjunto de elementos que permiten que las válvulas de admisión y de escape de cada cilindro se abran y se cierren en el momento indicado.
Distribución	Es el conjunto de elementos necesarios para mantener al motor térmico dentro de unos márgenes tolerables de temperatura.
Lubricación	Es el conjunto de elementos que hacen posible la entrada del aire y del combustible al interior del cilindro.

4.2. Distribución

Es el conjunto de elementos que permiten que en las válvulas de admisión y de escape de cada cilindro se abran y se cierren en el momento indicado, consiguiendo la máxima eficacia en el llenado del cilindro y en la evacuación de los humos o gases quemados, al terminar cada ciclo.

4.2.1. Ciclo de funcionamiento real del motor diésel

En capítulos anteriores se ha estudiado el ciclo teórico de funcionamiento del motor diésel. El cuadro 4.1 resume cómo se encuentran las válvulas en cada tiempo.

CUADRO 4.1

Estado de válvulas en función del movimiento del pistón

	Desplazamiento del pistón	Válvulas de admisión	Válvulas de escape
Primer tiempo: admisión	Del PMS al PMI	Abierta	Cerrada
Segundo tiempo: compresión	Del PMI al PMS	Cerrada	Cerrada
Tercer tiempo: combustión	Del PMS al PMI	Cerrada	Cerrada
Cuarto tiempo: escape	Del PMI al PMS	Cerrada	Abierta

Lo que se va a analizar a continuación son, por un lado, los problemas que se producirían si se pusiera en práctica este ciclo teórico por la gran velocidad con la que se mueve el pistón dentro del cilindro y, por otro lado, cómo aplicar el ciclo real de funcionamiento disminuye dichos problemas.

1. Velocidad de desplazamiento del pistón

Para comprender mejor los problemas de la alta velocidad del pistón, lo mejor es calcular dicha velocidad. Para hacerlo se parte de la velocidad de giro del cigüeñal, que son las revoluciones por minuto que nos indica el cuadro de instrumentos.

Una velocidad de marcha que se podría considerar adecuada para los motores diésel se encuentra alrededor de las 2000 r. p. m.

Hablar de 2000 r. p. m. es lo mismo que decir que el cigüeñal realiza 2000 vueltas en un minuto. Si se transforman estos datos para averiguar a cuántas vueltas por segundo corresponde este valor:

$$(2000 \text{ vueltas}) / 1 \text{ minuto} \cdot (1 \text{ minuto} / 60 \text{ segundos}) = 33,33 \text{ vueltas/segundo.}$$

El resultado anterior indica que cuando el cuadro de instrumentos muestra una lectura de 2000 r. p. m. significa que el cigüeñal está dando 33,33 vueltas en un segundo.

Si además se considera que una vuelta del cigüeñal corresponde a dos carreras del pistón, el pistón realiza 66,67 carreras en un segundo ($33,33 \times 2$).

Con estos elevados datos es lógico comprender que se pueden generar problemas en el funcionamiento del motor. La figura 4.1 muestra una posibilidad de fabricación en cuanto a la posición de los pistones y cilindros.



Figura 4.1 Carrera ascendente o descendente de un pistón.

4.2.2. Problemas con el ciclo de funcionamiento teórico

El cigüeñal y los pistones se mueven a gran velocidad y por tanto, esto puede ocasionar problemas en las distintas fases del ciclo teórico de un motor diésel:

- a) *Problemas en la admisión:* puede ocurrir que, debido al rápido desplazamiento del pistón, el cilindro no se pueda llenar completamente. Los motivos son dos:
 - La válvula de admisión no se abre instantáneamente, lo cual dificulta la entrada de aire al interior del cilindro.
 - Por la inercia, el aire no puede seguir al pistón y queda un vacío entre el aire que entra y la cabeza del pistón.
- b) *Problemas en la compresión:* si no se ha llenado completamente el cilindro durante la admisión, la presión y la temperatura que se alcanzarán al final de la compresión serán inferiores a las teóricas.
- c) *Problemas en la combustión:* el gasoil finamente pulverizado entra en contacto con el aire comprimido y caliente que se encuentra en el interior del cilindro y, tras un cierto tiempo, empieza a quemar por sí solo. Esto es debido a que primero tiene que alcanzar la temperatura de combustión, tomando el calor del aire que lo rodea.
- d) *Problemas en el escape:* al iniciarse el escape, actúa todavía una fuerte presión en el interior del cilindro que se opone al desplazamiento del pistón. Al finalizar, la presión en la cámara de combustión es superior a la exterior, lo cual dificulta la entrada del aire para iniciar el siguiente ciclo.

RECUERDA

- ✓ La *inercia* es la dificultad que presentan los cuerpos al variar el estado de reposo o de movimiento en que se encuentran. Por ejemplo, cuando viajamos en autobús, metro, o tren y este acelera, nosotros nos vamos hacia atrás (estábamos quietos o viajando a una determinada velocidad y pretendemos seguir quietos o a esa velocidad), mientras que cuando el vehículo frena nos vamos hacia delante (estábamos en movimiento y pretendemos seguir en movimiento).

4.2.3. Modificaciones sobre el ciclo teórico

Para resolver los problemas del ciclo teórico los motores incluyen una serie de modificaciones:

A) Modificaciones en la admisión

En esta fase hay dos modificaciones:

1. *Avance de la apertura de admisión (AAA):* la válvula de admisión se abre antes de que el pistón llegue al punto muerto superior (PMS), con lo que se consigue que:

- La válvula esté abierta cuando el pistón alcance el punto muerto superior (PMS).
- El aire empiece a ponerse en movimiento, ocupando el espacio que van dejando los gases quemados a medida que van saliendo hacia el exterior y disminuyendo así la inercia del mismo.

2. *Retraso del cierre de admisión (RCA):* la válvula sigue abierta una vez alcanzado el punto muerto inferior (PMI). Durante este tiempo se aprovecha la inercia del aire que sigue entrando a pesar de que el émbolo ya ha empezado el recorrido hacia el PMS.

B) Modificaciones en la compresión

Este tiempo dura desde que se cierra la válvula de admisión hasta que se inyecta el combustible en el interior del cilindro. En este caso, la modificación se basa en realizar la inyección justo antes de que el pistón alcance el PMS, en lugar de hacerla en el momento en que lo haya alcanzado.

Esta modificación se denomina *avance de la inyección (AI)* y consigue que el combustible entre en contacto con el aire antes y tenga así tiempo de alcanzar la temperatura de combustión e iniciar la ignición justo en el momento en que el pistón se encuentra situado en el PMS.

C) Modificaciones en la combustión

Este tiempo dura desde que se produce la inyección del combustible hasta que se abre la válvula de escape. En esta fase el problema era que el combustible no tenía tiempo de calentarse lo suficiente. El avance de inyección soluciona el problema, debido a que el combustible puede permanecer más tiempo en contacto con el aire caliente.

D) Modificaciones en el escape

Una modificación que se introduce en esta fase se denomina *avance de la apertura de escape (AAE)*. La válvula de escape se abre antes de que el pistón llegue al PMI. De esta manera los gases quemados sometidos a presión en el interior del cilindro buscan rápidamente la salida por la válvula abierta, es decir, la válvula de escape. Otra modificación es el *retraso del cierre de escape (RCE)*. La válvula de escape se cierra poco después de que el pistón haya alcanzado el PMS para conseguir un mejor vaciado de la cámara de combustión.



Actividad propuesta 4.2

Una vez analizadas las modificaciones sobre el ciclo teórico para generar el ciclo real, ¿crees que son independientes unas de otras y en tal caso pueden aplicarse unas sí y otras no?, ¿o se tienen que aplicar todas ellas, porque la aplicación de una requiere la aplicación de las demás? Razona tus respuestas.

Tras analizar las modificaciones aplicadas al ciclo teórico para generar el ciclo real de funcionamiento, puede generarse el diagrama circular de la distribución.

E) Diagrama circular de la distribución

Como puede verse en la figura 3.4, el diagrama circular de la distribución es un gráfico circular que representa las dos vueltas del giro del cigüeñal necesarias para la realización de los cuatro tiempos de un ciclo de funcionamiento. En él aparecen las marcas correspondientes a los puntos de apertura y cierre de cada válvula, y el momento en que se inicia la inyección del combustible.

Los ángulos de adelanto y de retraso vienen condicionados en función de los puntos muertos. Estos ángulos son característicos de cada motor y los facilita la empresa fabricante.

4.2.4. Elementos que componen la distribución

Debido a que las válvulas son los elementos principales que intervienen en la distribución, primero se estudiarán estas y sus procesos de apertura y cierre de las mismas y se finalizará el apartado viendo el árbol de levas.

A) Válvulas

Las válvulas se componen de una parte circular denominada *cabeza*, sobre la cual se encuentra un vástago denominado *pie de válvula*. Están situadas en la culata, unidas mediante unos resortes a los orificios que tiene la culata para permitir la entrada del aire al cilindro, y la salida de los gases quemados.

Las válvulas tienen como función cerrar o dejar abiertos esos orificios, dependiendo del tiempo de ciclo del motor. Para ello deben hacer los movimientos oportunos de apertura y cierre:

1. *Apertura de la válvula*: desde el exterior se produce un desplazamiento lineal en la parte superior del pie de válvula, haciendo que el resorte se comprima y la válvula se desplace dejando el orificio libre. En este desplazamiento, el pie de válvula se encarga de conseguir un desplazamiento recto.
2. *Cierre de la válvula*: de esto se encarga el resorte o muelle de recuperación que hace que la válvula vuelva a su posición inicial, tapando el orificio.

En cuanto al accionamiento de la válvula para su apertura, la *leva* es el elemento que posibilita el desplazamiento de la parte superior del pie de válvula, accionándola mecánicamente, puesto que transforma un movimiento circular en un pequeño desplazamiento recto.

WWW

Recurso web

Accede con el código QR adjunto para visionar un vídeo donde apreciarás la apertura y el cierre de las válvulas en un motor de gasolina.



Al girar, la leva empuja la válvula hacia el interior del cilindro abriendo el orificio. El perfil que tiene la leva (tamaño y forma) es el que determina, de los 360° que tiene una vuelta completa, los grados durante los cuales permanece abierta la válvula y los grados en que permanece cerrada.

Entre el pie de la válvula y la leva se colocan unos empujadores (llamados también *taqués*) que transmiten la presión de las levas a las válvulas aumentando la superficie de contacto, reduciendo el desgaste y eliminando holguras innecesarias.

Los empujadores pueden ser ajustables mediante arandelas de distanciamiento (recurriendo al reglaje de válvulas) o pueden ser hidráulicos, y en tal caso son autoajustables.

Como los motores de las ambulancias generalmente tienen cuatro cilindros en línea, habrá como mínimo cuatro válvulas de admisión y cuatro de escape. Por lo tanto, se necesitan como mínimo ocho levas. Estas levas se pueden disponer de dos formas:

- *Disposición OHC*: todas las levas están situadas en un solo eje al que denominamos *árbol de levas*.
- *Disposición DOHC*: las levas se reparten en dos ejes, es decir, en dos árboles de levas. En esta disposición hay un árbol de levas para la apertura de las válvulas de admisión y otro para la apertura de las válvulas de escape.

En cada árbol de levas el perfil de cada una de ellas es idéntico, aunque una válvula se encuentra desfasada respecto al resto, es decir, una válvula se abre en un determinado momento mientras que el resto lo harán en otro momento. La figura 4.2 muestra la forma de una leva.

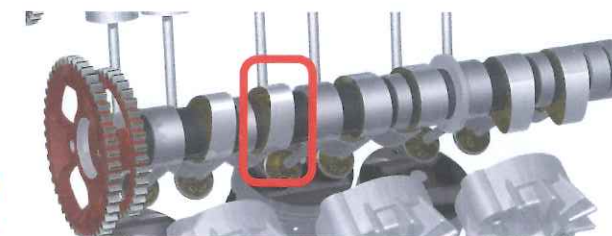


Figura 4.2
Leva.

B) Árbol de levas

El cigüeñal proporciona al árbol de levas el giro que posibilita la apertura y cierre de válvulas.

En la parte delantera del árbol de levas y del cigüeñal hay una polea o rueda dentada, o un engranaje en cada uno, que se unen entre sí mediante un elemento de transmisión de movimiento (correa o cadena), de forma que al girar el cigüeñal arrastra el elemento de transmisión y este hace girar la polea o el engranaje del árbol de levas.

Se emplean cadenas cuando la transmisión se realiza mediante engranajes y correas cuando la transmisión se realiza mediante ruedas dentadas o poleas. El número de dientes del engranaje o de la rueda dentada del árbol de levas debe ser el doble del que tiene la rueda dentada o el engranaje del cigüeñal, ya que por cada ciclo del motor térmico, correspondiente a dos vueltas del cigüeñal, cada válvula se debe abrir y cerrar una sola vez, y el árbol de levas debe realizar una única vuelta.

Los dos engranajes o ruedas dentadas tienen una única posición para que, en función del lugar en que se encuentre y del tiempo en que esté el pistón, las válvulas se abran o se cierren.

Por este motivo, los engranajes o las ruedas dentadas llevan unas marcas de montaje que indican en qué posición se deben colocar al montar la cadena o la correa. La figura 4.3 muestra un árbol de levas con un engranaje central.

Para mantener la correa tensa y, en algunos casos, para compensar el desgaste o estiramiento provocado por el uso, se emplean elementos de tensado mecánicos para transmisiones con correa.

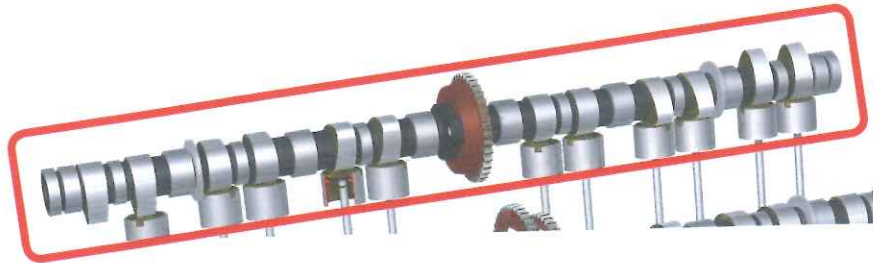


Figura 4.3
Árbol de levas.

La tensión existente en el mecanismo de transmisión de movimiento entre el árbol de levas y el cigüeñal se debe comprobar mediante un útil denominado *tensiómetro*, ya que un ajuste incorrecto podría llevar a la ruptura del mecanismo de transmisión de movimiento y provocar daños graves en el motor.

Actualmente la gran mayoría de fabricantes optan por el uso de correas más que de cadenas debido a que hacen menos ruido, son más baratas y no necesitan lubricación. No obstante, el uso de correas requiere un mantenimiento cuya periodicidad estipula cada fabricante.

RECUERDA

- ✓ La distribución requiere un elemento de transmisión de movimiento desde el cigüeñal hasta el o los árboles de levas, para poder sincronizar la apertura y cierre de válvulas con el movimiento del cigüeñal. Dicho elemento de transmisión puede ser una cadena o una correa.

4.2.5. Tipos de distribución

Se puede clasificar la distribución en dos grandes grupos: la *distribución fija* y la *distribución variable*.

A) Distribución fija

La distribución fija es aquella en la que, independientemente de la velocidad de giro del cigüeñal, las válvulas se abren y se cierran un cierto número de grados fijo con antelación o con retraso respecto de los puntos muertos. Todo lo que se ha comentado hasta ahora es relativo a una distribución fija.

El mayor problema de la distribución fija es que, dependiendo de las revoluciones del cigüeñal, los tiempos de llenado y de vaciado de los cilindros deben variar, pero esto no es posible con una distribución fija. Es por esto por lo que existirá un determinado régimen de funcionamiento en el que el funcionamiento será óptimo, y para todos los demás, no lo será,

y los cilindros no tendrán suficiente tiempo para llenarse o vaciarse. La distribución variable soluciona este problema.

B) Distribución variable

La distribución variable es aquella en la que las válvulas se cierran y se abren variando los grados de apertura y cierre en función de las revoluciones del motor.

Existen varios sistemas de distribución variable instalados en motores multiválvulas. Normalmente cuatro válvulas por cilindro, dos de admisión y dos de escape:

- *Desplazamiento de la cadena de unión entre árboles de levas (DOHC)*: con este sistema se avanza el momento de apertura de las válvulas de admisión.
- *Variación de altura de las válvulas*: se emplea una leva adicional de mayor alzada por cilindro que, en función del número de revoluciones, acciona un tercer balancín. Esto provoca un mayor recorrido de apertura de válvulas, por lo tanto, un mayor tiempo de llenado o de vaciado de los cilindros.
- *Sistemas hidráulicos*: se pretende girar los árboles de levas en el sentido de avance o de retraso.

Los distintos sistemas son gobernados por la unidad de control electrónico (UCE) en función del número de revoluciones y de la posición del pedal del acelerador.



Actividad propuesta 4.3

¿Con qué tipo de distribución consideras que se obtiene mejor rendimiento del motor? Razona tu respuesta.

4.2.6. Mantenimiento y reparaciones simples

La mayoría de los motores empleados en ambulancias utilizan distribuciones accionadas por correa. Tienen una vida útil variable según el fabricante (entre 60.000 y 150.000 km) y su mantenimiento consiste en la renovación periódica de la correa y del tensor.

A continuación se describe un posible ejemplo del proceso de renovación:

1. Desmontar la polea del cigüeñal y las tapas de plástico que protegen la correa.
2. Girar el motor para colocar las marcas de las ruedas dentadas en la posición indicada por el fabricante.

Para ello puede ser necesario usar útiles de fijación.

3. Desmontar el tensor de la distribución.
4. Extraer la correa.
5. Colocar la nueva correa y el tensor. Se debe prestar especial atención al tensado de la correa (si es necesario, utilizar un tensiómetro) y a la posición de las ruedas dentadas. Para ello, una vez montados estos elementos se recomienda girar el cigüeñal hasta realizar un ciclo completo (dos vueltas) y comprobar de nuevo la tensión de la correa y la posición de las ruedas dentadas con respecto a las marcas de montaje.

6. Colocar las tapas protectoras y la polea del cigüeñal.
7. Arrancar el motor.

WWW

Recurso web

Accede con el código QR adjunto para visionar un vídeo en el que se explica el procedimiento de sustitución de una correa de accesorios con tensor que se ha explicado en este apartado.



Actividad propuesta 4.4



Describe los pasos necesarios para realizar una correcta sustitución de la correa y del tensor de la distribución.

4.3. Refrigeración

Según se vio en el capítulo 2 correspondiente al funcionamiento del motor térmico, en el interior de los cilindros se produce la inflamación del combustible en presencia de aire. Esta inflamación puede hacer que la temperatura se eleve por encima de la temperatura de fusión de los elementos metálicos que componen el motor térmico. Para evitar la fusión de estos elementos es imprescindible que el motor térmico disponga de un sistema de refrigeración.

La temperatura de funcionamiento del motor debe estar comprendida entre 85 °C y 110 °C. Por debajo de 85 °C se considera que el motor está frío y presenta un comportamiento anómalo, mientras que si sobrepasa los 110 °C desaparece la película de lubricante de las paredes de los cilindros, pudiendo producir daños en el motor.

Los tipos de refrigeración de los motores térmicos policilíndricos suelen ser dos: la refrigeración *por aire* y la refrigeración *por agua*.

- a) *Refrigeración por aire*. El aire circula directamente por las paredes exteriores del motor, absorbiendo el exceso de temperatura. Se utiliza mayoritariamente en motocicletas.
- b) *Refrigeración por agua*. Un líquido refrigerante circula alrededor de los cilindros, absorbiendo el exceso de temperatura. El calor absorbido por el líquido se transfiere posteriormente al aire gracias a un radiador.

Solo se analizará en este apartado la refrigeración por agua, puesto que es la única que se utiliza en ambulancias.

Actividad propuesta 4.5



¿Con qué tipo de sistema de refrigeración consideras que se obtiene mejor enfriamiento del motor? Razona tu respuesta.

4.3.1. Refrigeración por agua

El líquido refrigerante que se emplea en este tipo de refrigeración es mayoritariamente agua, por ser muy abundante en la naturaleza y económico. No obstante, el agua presenta diversos problemas:

- Oxida los metales.
- A altas temperaturas es corrosiva.
- El agua del grifo contiene cal y otros productos que irían depositándose en las paredes interiores del radiador, dificultando el intercambio de temperatura con el aire.
- Se congela aumentando su volumen, ya que entre los 4 °C y los 0 °C pasa de una estructura amorfa a una estructura cristalina.

Para evitar estos problemas se añaden distintos componentes al agua. La mezcla que se obtiene se denomina *líquido refrigerante*. Esta mezcla contiene productos para evitar la oxidación y la corrosión a altas temperaturas, no contiene cal ni productos en suspensión, hierve a temperaturas superiores a 100 °C y se congela a temperaturas inferiores a 0 °C. Es decir, es un líquido que se comporta adecuadamente en los regímenes habituales de funcionamiento de los motores térmicos.

En función de la región en la que se encuentre la ambulancia, se debe escoger un líquido refrigerante u otro, considerando que los hay con distinto punto de congelación.

Si por un funcionamiento anómalo del circuito se pierde líquido refrigerante, se le puede añadir *agua destilada* a través de la boca de llenado del depósito de expansión hasta el nivel correcto que indique. Se debe evitar el agua del grifo. Esta solución solo debe emplearse de forma puntual, si se detecta una pérdida de líquido refrigerante y no se puede conseguir líquido refrigerante en ese momento.

Cada fabricante de vehículos indica el periodo de renovación del líquido refrigerante, que suele ser de entre dos y cuatro años.

A) Funcionamiento del sistema de refrigeración por agua

El líquido refrigerante circula por las cámaras que hay en el bloque y en la culata del motor. Mientras circula, el líquido absorbe parte del calor de la combustión y, en consecuencia, se calienta. El líquido caliente se dirige posteriormente hacia el radiador, para enfriarse.

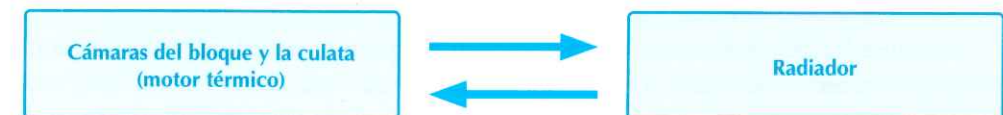


Figura 4.4

Circulación e intercambio térmico del líquido refrigerante entre el motor térmico y el radiador.

El radiador está situado en la parte delantera del vehículo para que el aire exterior circule a través de él y actúe como refrigerante, consiguiendo con ello disminuir la temperatura del líquido que circula por su interior. El líquido, nuevamente frío, sale del radiador y vuelve al motor.

B) Consecuencias del aumento de temperatura en la refrigeración por agua

Cuando un líquido se calienta le suceden dos cosas: disminuye su densidad y aumenta su volumen (a excepción del agua cuando se encuentra entre 4 °C y 0 °C).

Cuando se diseñan los circuitos de refrigeración deben tenerse muy presentes estos dos factores.

1. Disminución de la densidad

La densidad del líquido refrigerante va disminuyendo a medida que su temperatura aumenta. Como consecuencia de la disminución de la densidad, el líquido que ha entrado en el bloque por su parte inferior se desplaza hacia la parte superior, en la cual está el conducto de salida hacia el radiador.

El líquido caliente entra en el radiador por su parte superior. Una vez en el radiador, su temperatura va disminuyendo y su densidad aumentando, de manera que desciende por el interior del radiador hacia la parte inferior, en la cual está el conducto de salida hacia el bloque. Este fenómeno se produce debido a la *transmisión de calor por convección*. En la figura 4.5 se ve el recorrido descendente del líquido refrigerante por el interior del radiador.

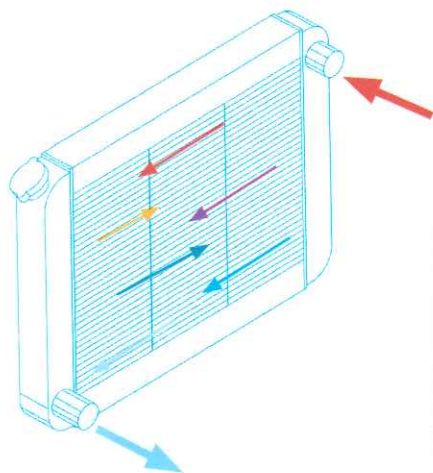


Figura 4.5
Circulación del líquido en el interior del radiador.

2. Volumen

El aumento de volumen que experimenta el líquido refrigerante cuando el motor funciona normalmente, con una elevada temperatura, es un problema que se soluciona con un *depósito de expansión*, que funciona del siguiente modo:

- Cuando el motor está frío, el nivel de líquido en el motor debe estar entre las dos indicaciones de máximo y mínimo nivel.
- Cuando el motor se encuentra a temperatura de funcionamiento, el nivel del depósito de expansión debe subir ya que absorberá el exceso de volumen del circuito.
- Cuando el motor térmico deja de funcionar y vuelve a disminuir su temperatura y con ella el volumen del líquido, el circuito del motor se vuelve a llenar plenamente, tomando líquido del depósito de expansión, que anteriormente absorbió el exceso de volumen del líquido refrigerante.

Se considera normal que el nivel del líquido del depósito de expansión varíe en función de la temperatura a la que se encuentra el motor. Por esta razón, siempre debemos mirar el nivel de líquido refrigerante con el motor térmico a temperatura ambiente.

En la parte superior del depósito de expansión se encuentra el tapón de llenado, que está provisto de una válvula de descarga de presión. Esta válvula se encarga de mantener un valor determinado de presión en el interior del circuito y abre el circuito al exterior cuando se sobrepasa este valor.

C) Elementos que componen el sistema de refrigeración por agua

Los elementos principales que forman parte del circuito de refrigeración por agua pueden verse en el siguiente recurso web, al igual que su funcionamiento.

Recurso web

www

Accede con el código QR adjunto para visionar un vídeo sobre el funcionamiento y componentes de un sistema de refrigeración por agua.



Los elementos principales que lo forman son los siguientes: *bomba de agua*, *termostato*, *radiador*, *electroventilador* e *indicador de temperatura del motor*.

1. Bomba de agua

La bomba de agua es la encargada de impulsar la circulación del líquido refrigerante desde el radiador hasta el motor ayudando a la circulación natural por convección.

Suele ser una bomba centrífuga que con su giro impulsa el líquido hacia las paredes de la misma disminuyendo la presión en la parte central, lo que ocasiona que nuevo líquido llene este vacío.

RECUERDA

- ✓ El comportamiento de la bomba de agua es idéntico al de la lavadora en la fase de centrifugado. En ella, la ropa y el agua que ha absorbido en la fase de lavado, son impulsadas hacia la parte exterior del tambor. Con ello, el agua sale por los orificios que a tal fin lleva dispuestos el tambor mientras que la ropa queda retenida, dejando vacío el espacio central.

2. Termostato

El termostato es una válvula que tiene por misión impedir que el líquido caliente procedente del motor pase hacia el radiador cuando el motor térmico está frío, y permite el paso hacia el radiador cuando el motor ha alcanzado la temperatura de funcionamiento.

Dicha válvula abre y cierra el paso hacia el radiador en función de la temperatura a la que se encuentra o bien es comandada electrónicamente por la UCE.

Consta de una entrada y dos salidas:

- En la entrada se encuentra el líquido procedente de la culata (por ser este el punto en que se encuentra a mayor temperatura) y, en función de la temperatura, deja libre una u otra salida.

- Una salida le permite el paso hacia el radiador. Es la posición normal cuando el motor se encuentra a temperatura de funcionamiento.
- La otra salida lo devuelve nuevamente hacia el motor sin pasar por el radiador. Se abre esta salida cuando el motor térmico está a temperatura ambiente o la temperatura exterior es extraordinariamente baja.

3. Radiador

El radiador tiene por misión disminuir la temperatura del líquido que le llega caliente desde el motor. Está constituido por material metálico, por ser este un buen conductor del calor, y dispone de unas pequeñas canalizaciones por cuyo interior circula el líquido refrigerante, como puede verse en la figura 4.5.

Existen distintos tipos de radiadores pero todos ellos tienen en común las canalizaciones de pequeña sección y la gran superficie metálica. Con ello se consigue aumentar al máximo la superficie caliente en contacto con el aire para facilitar la refrigeración del líquido.

El radiador está unido al motor a través de manguitos sujetos por abrazaderas.

4. Electroventilador

El electroventilador es un ventilador accionado eléctricamente cuya función es proporcionar velocidad al aire para que, a su paso por el radiador, absorba mejor parte del calor del líquido refrigerante disminuyendo así su temperatura.

Suele colocarse cerca del radiador y del motor y debe impulsar el aire para que pase primero por el radiador y luego por el motor.

El ventilador se acciona con un interruptor térmico, que suele ser una resistencia térmica, generalmente un fusible. En algunos vehículos la velocidad del ventilador es variable y es comandado por la UCE.

El circuito eléctrico de accionamiento del electroventilador incluye un fusible que tiene por función protegerlo de sobrecargas e indirectamente de sobretensiones. En caso de tener que cambiar este fusible, se localiza con el manual del usuario y se sustituye por otro de idéntico número de amperios.

El electroventilador solo debe funcionar cuando la temperatura del líquido refrigerante sobrepase cierto valor, no siempre que el motor térmico esté en funcionamiento. Por eso, es habitual que cuando las ambulancias u otros vehículos se mueven, el electroventilador se active y desactive, sin percibirlo los ocupantes, y especialmente se active cuando detenemos el vehículo, porque el aire que incide sobre el motor, y que ayuda a refrigerarlo, deja de hacerlo, por terminar el movimiento.

Una parte del calor absorbido por el circuito de refrigeración se aprovecha para la calefacción del habitáculo. Para ello, el líquido refrigerante del motor va a un segundo radiador situado cerca de la caja climática del vehículo, por donde circula el aire procedente del exterior y se calienta. El esquema eléctrico del electroventilador aparece en la figura 4.6.

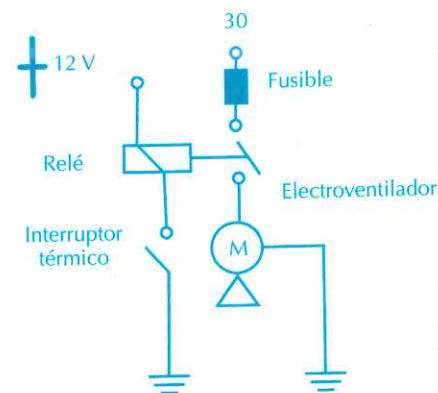


Figura 4.6
Esquema eléctrico de accionamiento del electroventilador.

5. Indicador de temperatura del motor

En el cuadro de instrumentos podemos encontrar un piloto o un reloj indicador que hacen referencia a la temperatura del líquido refrigerante indicada por el sensor de temperatura, como aparece en la figura 4.7:



Figura 4.7
Indicador de la temperatura del motor.

- *Piloto*: es una luz de color rojo con una silueta del depósito de expansión que se ilumina cuando la temperatura ha superado el valor máximo admisible.
- *Reloj indicador*: indica la temperatura del líquido refrigerante en todo momento. Habitualmente la zona de temperaturas excesivas viene indicada en color rojo.



Actividad propuesta 4.6

¿Crees que sería posible que una ambulancia dispusiera de un sistema de refrigeración por aire en lugar de por agua? Razona tu respuesta.

4.3.2. Mantenimiento y reparaciones simples

Los problemas que se pueden ocasionar en el circuito de refrigeración son el calentamiento del líquido refrigerante y con él el calentamiento del motor por encima de los valores normales de funcionamiento, y el retraso en alcanzar la temperatura óptima de funcionamiento.

A) Calentamiento del líquido refrigerante y del motor

El calentamiento del líquido refrigerante se puede deber a:

1. *Pérdida de líquido*: se percibe porque el nivel del líquido dentro del depósito de expansión baja claramente. Esta pérdida puede ser debida a fugas en algún punto del circuito. Se debe localizar en qué punto se produce la fuga, teniendo en cuenta que la gota puede encontrarse lejos de la zona en que se ha producido la fuga.
2. *Fallo en el electroventilador*: se percibe por la ausencia del sonido que emite el ventilador cuando está en funcionamiento. No obstante, debe considerarse que el electroventilador no está funcionando todo el tiempo, por lo que la ausencia de sonido en determinados momentos es normal. Este fallo puede ser debido al interruptor, al relé, al fusible que protege al circuito o al propio electroventilador.
3. *Fallo en el interruptor térmico del ventilador*: en este caso debemos efectuar la lectura de la resistencia con el polímetro, como se puede ver en la figura 4.8 y para ello se debe:

- Colocar el polímetro en la posición de ohmímetro y las puntas de prueba colocadas en los extremos del fusible.
 - Medir la resistencia a temperatura ambiente.
 - Medir la resistencia una vez la hayas sumergido en agua a una temperatura cercana a los 85 °C.
 - Comparar ambas lecturas: la resistencia debe variar considerablemente si la resistencia PTC o NTC funciona correctamente. En caso contrario, se tendrá que sustituir.
4. *Fallo en el relé:* se puede comprobar aplicando corriente directamente desde la batería a las conexiones correspondientes de la bobina del relé. En caso de que se encuentre en perfecto estado, se oirá un pequeño chasquido en el momento en que se cierran los contactos del circuito principal.
 5. *Radiador sucio:* es normal que los insectos y otras partículas que se encuentran en suspensión en el aire vayan depositándose en la superficie exterior del radiador. Esta suciedad va disminuyendo la superficie de contacto entre el radiador y el aire que debe refrigerarlo. Para solucionar este problema se debe revisar y, en caso necesario, quitar la suciedad con un cepillo pequeño.
 6. *El termostato ha dejado de funcionar:* se ha quedado bloqueado en la posición en la que impide el paso del líquido hacia el radiador.
 7. *Radiador obstruido:* con el paso del tiempo los conductos internos del radiador van taponándose por el depósito de impurezas, se reduce el flujo de líquido refrigerante y, en consecuencia, la capacidad de refrigeración. Para solucionar este problema se debe desmontar el radiador y llevarlo a limpiar a un taller especializado. Se percibe la anomalía porque en regímenes no excesivamente elevados, aunque sí que exigiendo un poco más de lo habitual al motor (ejemplo: al subir una larga pendiente moderada), el indicador de temperatura sube ligeramente por encima de los 90 °C, y cuando se pisa ligeramente menos el acelerador, rápidamente vuelve a marcar unos 90 °C.
 8. *Problemas con la bomba de agua:* la bomba de agua puede ocasionar problemas de sobrecalentamiento por diferentes causas:
 - Pérdida de agua por la propia bomba.
 - Patinado de la correa que acciona la bomba.
 - Deterioro del cojinete interno del eje de la bomba, pudiendo llegar a su ruptura e impidiendo el giro de esta. Este problema se identifica por un ruido característico al poner el motor en marcha.



Figura 4.8
Multímetro en posición de ohmímetro.

B) Retraso en el calentamiento del motor

El retraso en el calentamiento del motor se puede deber a:

1. *El termostato ha dejado de funcionar:* se ha quedado bloqueado en la posición en la que el líquido solo puede circular hacia el radiador.

2. *El ventilador no deja de funcionar:* el problema está en un mal funcionamiento del interruptor térmico o del relé.

Una vez analizadas las principales anomalías que pueden aparecer en el sistema de refrigeración, se analizarán las tres operaciones principales de mantenimiento sobre dicho sistema.

C) Renovar el líquido refrigerante

Es muy importante recordar que si se destapa el depósito de expansión del líquido refrigerante cuando el motor esté caliente, el líquido refrigerante saldrá a presión y a una temperatura muy alta, con los riesgos evidentes que ello conlleva.

Para evitar accidentes, las empresas fabricantes de automóviles incluyen una señal de peligro en los tapones de estos depósitos.

Recurso web

Para renovar el líquido refrigerante se debe seguir el procedimiento que aparece en el vídeo enlazado en este QR. En este vídeo podrás visionar el procedimiento de limpieza del circuito y la sustitución de líquido refrigerante.



Los pasos principales se enumeran a continuación:

1. Dejar que el motor se enfríe si está caliente. Nunca se debe abrir el tapón del depósito de expansión con el motor caliente, ya que el líquido refrigerante saldría a presión y a elevada temperatura, lo cual podría producir quemaduras en la cara y en las manos.
2. Vaciar el sistema de refrigeración. Para hacerlo, quitar el tapón de llenado (siempre con el motor frío) y extraer el manguito inferior del radiador. Dejar salir todo el líquido refrigerante y recogerlo en un recipiente apropiado para su posterior tratamiento. Algunos vehículos tienen un grifo en el radiador y otro en el bloque de motor para facilitar esta operación.
3. Una vez vacío el sistema de refrigeración, colocar de nuevo el manguito extraído o cerrar los grifos de vaciado.
4. Añadir el líquido refrigerante nuevo por el tapón de llenado hasta el nivel máximo que indica el depósito de expansión.
5. Purgar el aire que haya entrado (desaireación). Para hacerlo, poner el motor en marcha y:
 - Si el sistema posee tornillos de desaireación, aflojarlos hasta que por ellos salga líquido refrigerante sin burbujas de aire.
 - Si no posee dichos purgadores, la desaireación se realiza de forma automática, dejando el motor en marcha.

En este proceso hay que controlar continuamente la temperatura del motor en el cuadro de instrumentos y el nivel del líquido refrigerante, que baja a medida que sale el aire.

6. Una vez extraído todo el aire y con el motor en marcha, cerrar el tapón de llenado y esperar a que se ponga en funcionamiento el ventilador del radiador.
7. Detener el motor y controlar de nuevo el nivel de líquido refrigerante. Añadir líquido si fuese necesario.

D) Comprobar la estanqueidad

Para comprobar la estanqueidad se emplea una bomba manual de presión de aire provista de un manómetro y de diferentes adaptadores para conectarla donde se encuentra el tapón del depósito de expansión. El procedimiento es el siguiente:

1. Con el motor frío, quitar el tapón de llenado y comprobar que el nivel de líquido es el correcto. Si fuera necesario, añadir líquido.
2. Colocar el adaptador apropiado al alojamiento del tapón.
3. Conectar la bomba al adaptador y aplicar presión, aproximadamente de un bar.
4. Observar la lectura de la presión. Si se mantiene constante, significa que no hay fugas de líquido refrigerante al exterior.
5. Retirar la bomba de presión. Para hacerlo, primero hay que descargar la presión con el pulsador que lleva la bomba incorporado y después retirar la bomba y el adaptador.
6. Verificar el nivel y colocar el tapón de llenado.

E) Comprobar los grados del anticongelante

En ocasiones es necesario comprobar el grado del anticongelante que hay en el vehículo. Para hacerlo:

1. Con el motor frío, extraer el tapón de llenado.
2. Utilizando un útil adecuado, aspirar una pequeña cantidad de líquido del depósito.
3. Colocar el líquido aspirado en el refractómetro, de forma que el líquido cubra completamente la superficie del refractómetro. Acercar el refractómetro a la luz y en su escala interior se verá cuál es el punto de congelación del líquido refrigerante. Si el valor obtenido no es el deseado, hay que renovar el líquido reemplazándolo por uno cuyo punto de congelación sea apropiado para nuestras necesidades.

Actividad propuesta 4.7



Describe el proceso necesario para renovar el líquido refrigerante de una ambulancia.

Resumen

- Los sistemas auxiliares del motor son todos aquellos sistemas o mecanismos que son imprescindibles para que el motor térmico pueda funcionar, cuyos nombres y funciones principales son:
 - La *distribución* es el conjunto de elementos que permiten que las válvulas de admisión y de escape de cada cilindro se abran y se cierren en el momento indicado.
 - La *lubricación* es el conjunto de elementos encargados de disminuir el rozamiento entre las partes móviles y fijas del motor y ayudar a la refrigeración en la evacuación del calor.
 - La *alimentación* es el conjunto de elementos que hacen posible la entrada del aire y del combustible al interior del cilindro.
 - La *refrigeración* es el conjunto de elementos necesarios para mantener al motor térmico dentro de unos márgenes tolerables de temperatura.
- Las fases de un ciclo de un motor diésel son admisión, compresión, combustión y escape.
- Las altas velocidades de los pistones y las válvulas generan problemas en las fases del ciclo teórico, por lo que se aplican ciertas modificaciones en cada fase y se genera el ciclo real de funcionamiento.
- Los elementos principales que componen la distribución son las válvulas y el o los árboles de levas, aparte de otros elementos como el cigüeñal, la cadena o correa, etc., que también intervienen en el sistema.
- Hay dos tipos de distribución: fija y variable.
- Hay dos formas de refrigeración: por aire y por agua.
- Los elementos que conforman el sistema de refrigeración por agua son bomba de agua, termostato, radiador, electroventilador e indicador de temperatura del motor.

Ejercicios propuestos



1. Di si es verdadera o falsa cada una de las siguientes afirmaciones, y en caso de ser falsa, comenta por qué:
 - a) El motor diésel no necesita refrigeración ya que el calor generado en la combustión lo utiliza únicamente para desplazar el pistón sobre el interior del cilindro.
 - b) La lubricación del motor térmico es necesaria para conseguir que entre el combustible al interior del cilindro.
 - c) Las ambulancias funcionan exclusivamente con motores de gasolina.
 - d) La distribución es el conjunto de elementos que permiten que las válvulas de admisión y de escape de cada cilindro se abran y se cierren en el momento indicado.
 - e) Los motores de gasolina carecen de ciertos sistemas auxiliares de motor.
 - f) La distribución es el sistema que se ocupa de llevar el giro del motor hacia las ruedas.
 - g) La alimentación es el sistema que permite almacenar combustible en el automóvil.

2. Explica en qué consiste el avance de la apertura de admisión en el ciclo de un motor diésel y qué se consigue con esta modificación.
3. En la fase de escape, ¿se realiza un avance de la apertura de escape o un retraso de la apertura de escape? Explica qué se consigue con esa modificación.
4. Describe la estructura y el funcionamiento del árbol de levas.
5. ¿Cuál es la misión de la distribución variable?
6. Detalla el proceso de renovación de la correa de distribución.
7. ¿Qué misión tiene el sistema de refrigeración?
8. ¿Está siempre el electroventilador en funcionamiento cuando ponemos el motor en marcha? Razona la respuesta.
9. Describe el proceso de renovación del líquido refrigerante.
10. ¿Qué crees que ocurrirá si destapas el tapón del depósito del líquido de refrigeración mientras el motor está caliente?

Supuesto práctico

Cierto día, mientras Carlo realizaba un servicio con la ambulancia, vio que la temperatura del motor estaba ligeramente por debajo del valor habitual, cuando llevaba ya un rato utilizando la ambulancia. Aunque pudo terminar su turno sin problema, indicó cierta anomalía a su responsable.

Se pide:

- Determinar los motivos que pueden ocasionar cierto retraso en el calentamiento del motor.

Debate en clase

Temas para debatir:

- ¿Consideras que alguno de los dos sistemas es más importante que el otro?
- ¿Alguno de ellos es prescindible y, por tanto, si se suprimiera, el rendimiento del motor mejoraría?

Teniendo en cuenta los dos sistemas auxiliares del motor vistos en este capítulo, sus funciones principales y componentes fundamentales que los forman, debate con tus compañeros en clase sobre los temas que se proponen.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. La distribución se puede definir como:
 - a) El conjunto de elementos que permiten que las válvulas de admisión y de escape de cada cilindro se abran y se cierren en el momento indicado.
 - b) El conjunto de elementos encargados de disminuir el rozamiento entre las partes móviles y fijas del motor y ayudar a la refrigeración en la evacuación del calor.
 - c) El conjunto de elementos necesarios para mantener al motor térmico dentro de unos márgenes tolerables de temperatura.
 - d) El conjunto de elementos que hacen posible la entrada del aire y del combustible al interior del cilindro.
2. La lubricación se puede definir como:
 - a) El conjunto de elementos que permiten que las válvulas de admisión y de escape de cada cilindro se abran y se cierren en el momento indicado.
 - b) El conjunto de elementos encargados de disminuir el rozamiento entre las partes móviles y fijas del motor y ayudar a la refrigeración en la evacuación del calor.
 - c) El conjunto de elementos necesarios para mantener al motor térmico dentro de unos márgenes tolerables de temperatura.
 - d) El conjunto de elementos que hacen posible la entrada del aire y del combustible al interior del cilindro.
3. La alimentación se puede definir como:
 - a) El conjunto de elementos que permiten que las válvulas de admisión y de escape de cada cilindro se abran y se cierren en el momento indicado.
 - b) El conjunto de elementos encargados de disminuir el rozamiento entre las partes móviles y fijas del motor y ayudar a la refrigeración en la evacuación del calor.
 - c) El conjunto de elementos necesarios para mantener al motor térmico dentro de unos márgenes tolerables de temperatura.
 - d) El conjunto de elementos que hacen posible la entrada del aire y del combustible al interior del cilindro.
4. La refrigeración se puede definir como:
 - a) El conjunto de elementos que permiten que las válvulas de admisión y de escape de cada cilindro se abran y se cierren en el momento indicado.
 - b) El conjunto de elementos encargados de disminuir el rozamiento entre las partes móviles y fijas del motor y ayudar a la refrigeración en la evacuación del calor.
 - c) El conjunto de elementos necesarios para mantener al motor térmico dentro de unos márgenes tolerables de temperatura.
 - d) El conjunto de elementos que hacen posible la entrada del aire y del combustible al interior del cilindro.
5. Una vuelta del cigüeñal corresponde a:
 - a) Dos carreras del pistón.
 - b) Una carrera del pistón.
 - c) Media carrera del pistón.
 - d) Cuatro carreras del pistón.

6. Si no se ha llenado completamente el cilindro durante la admisión, la presión y la temperatura que se alcanzarán al final de la compresión serán:
- a) Superiores a las teóricas.
 - b) Inferiores a las teóricas.
 - c) Iguales a las teóricas.
 - d) Nulas por no llenarse completamente el cilindro en la admisión.
7. En la disposición OHC:
- a) Las levas se reparten en dos ejes, es decir, en dos árboles de levas.
 - b) Todas las levas están situadas en un solo eje al que denominamos árbol de levas.
 - c) Las levas se reparten en tres ejes, es decir, en tres árboles de levas.
 - d) Las levas se reparten en cuatro ejes, es decir, en cuatro árboles de levas.
8. En la disposición DOHC:
- a) Las levas se reparten en dos ejes, es decir, en dos árboles de levas.
 - b) Todas las levas están situadas en un solo eje al que denominamos árbol de levas.
 - c) Las levas se reparten en tres ejes, es decir, en tres árboles de levas.
 - d) Las levas se reparten en cuatro ejes, es decir, en cuatro árboles de levas.
9. Los tipos de refrigeración estudiados son:
- a) Refrigeración por aceite y por agua.
 - b) Refrigeración por aire y por aceite.
 - c) Refrigeración por aire y por agua.
 - d) Refrigeración por combustible y por aceite.
10. Los elementos que componen el sistema de refrigeración por agua son:
- a) Bomba de aceite, termostato, radiador, electroventilador e indicador de temperatura del motor.
 - b) Bomba de agua, resistencia fija, radiador, electroventilador e indicador de temperatura del motor.
 - c) Bomba de agua, termostato, radiador, electroventilador e indicador de combustible del vehículo.
 - d) Bomba de agua, termostato, radiador, electroventilador e indicador de temperatura del motor.

SOLUCIONES:

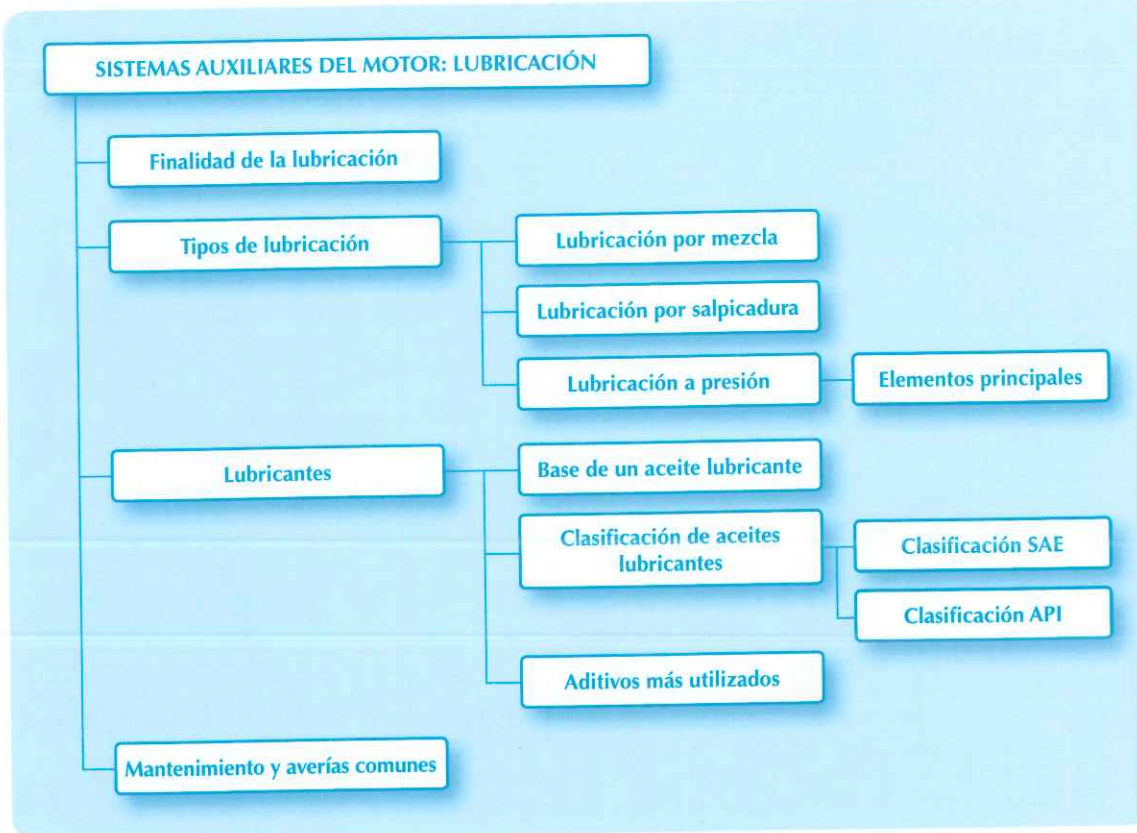
- | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. <input checked="" type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 5. <input checked="" type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 2. <input type="checkbox"/> a | <input checked="" type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 6. <input type="checkbox"/> a | <input checked="" type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 3. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input checked="" type="checkbox"/> d | 7. <input type="checkbox"/> a | <input checked="" type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 4. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input checked="" type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | 8. <input checked="" type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| | | | | 9. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input checked="" type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| | | | | 10. <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input checked="" type="checkbox"/> d |

Sistemas auxiliares del motor II: lubricación

Objetivos

- ✓ Conocer la misión principal de un lubricante de motor.
- ✓ Identificar los diferentes sistemas de lubricación.
- ✓ Saber qué lubricante utilizar.
- ✓ Aprender las operaciones básicas de mantenimiento.
- ✓ Reconocer las averías más comunes.

Mapa conceptual



Llave dinamométrica. Herramienta manual empleada para ajustar el par de apriete de elementos roscados. Se aplica para dar a los tornillos el apriete recomendado por el fabricante, evitando las sobretensiones y deformaciones de las piezas.

Microcristales de cera. Partículas de cera que adoptan la estructura cristalina en tamaño microscópico como consecuencia de las presiones y temperaturas a las que se encuentra el líquido refrigerante en determinadas zonas del sistema de lubricación.

Par de apriete. El par de fuerzas con el que se debe apretar un tornillo o una tuerca. Se suele medir en Newton × metro (N × m) que son unidades de fuerza × distancia, en el Sistema Internacional. Para aplicarlo se usan llaves dinamométricas o pistolas atornilladoras que pueden regular el par máximo de apriete.

Punto limpio. Instalación controlada de propiedad municipal que ofrece a los ciudadanos un lugar donde depositar por separado los residuos que generan en los hogares.

Tensión superficial. Cantidad de energía necesaria para aumentar su superficie por unidad de área. Dicho de otra forma, es el valor de las fuerzas intermoleculares para permanecer unidas unas con otras. El líquido presenta una resistencia al aumentar su superficie, es decir, que la tensión superficial aumenta.

Viscosidad. Propiedad física característica de todos los fluidos, que depende de las colisiones entre las partículas que conforman el fluido y que se mueven a diferentes velocidades, dependiendo de la zona del fluido en la que se encuentran, provocando una resistencia a su movimiento. Comúnmente se puede definir como la resistencia que presenta un fluido a fluir, es decir, la resistencia que presenta a romper la situación de equilibrio en la que se encuentra cuando está quieto, para comenzar a fluir.

Glosario

Efecto hidrodinámico. Una manifestación muy conocida es la cavitación o aspiraciones en vacío, que es un efecto hidrodinámico que se produce cuando se forman cavidades de vapor dentro del agua o cualquier otro fluido en estado líquido en el que actúan fuerzas por consecuencia de las diferencias de presión, como puede ocurrir cuando el fluido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido. Puede alcanzarse la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian inmediatamente a estado de vapor, formándose burbujas o, más correctamente, cavidades. Estas burbujas se posicionan en zonas de mayor presión e implosionan (el vapor regresa al estado líquido de manera súbita, “aplastándose” bruscamente las burbujas) produciendo una estela de gas de gran energía sobre una superficie sólida que puede fracturarse por el choque.

ITV. Inspección o revisión técnica de vehículos. Es un mantenimiento legal preventivo por el cual un vehículo es inspeccionado periódicamente por una empresa certificadora que verifica el cumplimiento de las normas de seguridad y emisiones contaminantes que sean de aplicación.

5.1. Finalidad de la lubricación

Cuando dos piezas están en contacto y se desplazan entre sí se produce un rozamiento entre ellas. Dicho rozamiento provoca aumento de temperatura y degradación superficial en las piezas.

La misión del lubricante es la de separar las piezas en contacto de forma que la fricción se produzca entre las moléculas del lubricante (con un coeficiente de rozamiento mucho menor). Con ello se retarda el desgaste de las piezas y se reducen las pérdidas de energía en forma de calor.



Actividad propuesta 5.1

- ¿Qué lubricantes conoces que se apliquen en el mundo de la automoción?
- ¿En qué sistemas de una ambulancia se aplican?

5.2. Tipos de lubricación

Existen principalmente tres tipos diferentes de lubricación, dependiendo de las temperaturas de funcionamiento de los elementos que lubricar, y son la lubricación por mezcla, la lubricación por salpicadura y la lubricación a presión.

5.2.1. Lubricación por mezcla

Es muy utilizada en motores de dos tiempos y consiste en mezclar un poco de lubricante (del 2 al 5%) en el combustible para que se distribuya por el interior del motor y ejerza su efecto lubricante, como puede apreciarse en la figura 5.1.

Este sistema de lubricación presenta unas ventajas e inconvenientes, que se detallan en el cuadro 5.1.

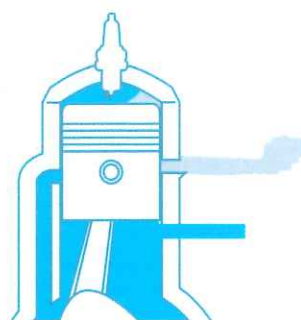


Figura 5.1
Lubricación por mezcla.

CUADRO 5.1
Ventajas e inconvenientes de la lubricación por mezcla

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> - Es un sistema sencillo puesto que no necesita bomba ni filtro de aceite. - Permite al motor trabajar en cualquier orientación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es un sistema contaminante debido a que el aceite y el combustible no se queman completamente. - Produce carbonilla en la cámara de combustión, por la mala combustión mencionada. - En muchos casos requiere que el usuario efectúe la propia mezcla de combustible y aceite. - Los motores se gripan más frecuentemente.

5.2.2. Lubricación por salpicadura

Utiliza el cárter como depósito de aceite y un saliente del cigüeñal (cucharilla) para proyectar aceite a las zonas que lubricar.

Es sencillo de aplicar, pero no consigue una lubricación muy eficiente ya que hay zonas a las que el lubricante no llega, por la propia forma de lubricación.

Cojinete



Figura 5.2
Representación de un cojinete.

El aceite ejerce una acción refrigerante porque se calienta en el pistón y en el cilindro y cae por gravedad para enfriarse en el cárter.

La lubricación de los cojinetes se debe al efecto hidrodinámico, es decir, cuando el aceite es impulsado por la cucharilla a la parte superior del cilindro, cae por gravedad, lubricando las zonas y elementos por los que pasa, entre otros, los cojinetes, que aparecen en las figuras 5.2 y 5.3.

En reposo, tanto el eje como el cojinete están en contacto, y cuando comienzan a moverse y la velocidad alcanza un determinado valor, cada elemento (eje y cojinete) arrastran una película de aceite y dejan de estar en contacto entre sí, puesto que se interpone el aceite del cárter.

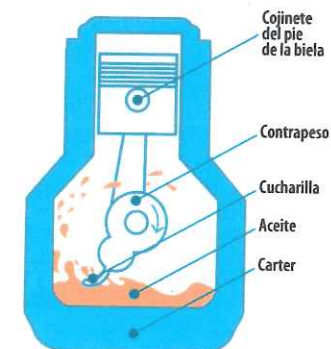


Figura 5.3
Lubricación por salpicadura.

5.2.3. Lubricación a presión

Mediante una bomba se distribuye el aceite a través de todas las partes del motor que lo requieren. Es el sistema más eficiente y extendido para motores de cuatro tiempos.

En la figura 5.4 aparecen los elementos principales que conforman el sistema de lubricación a presión: en el cárter inferior (I) el aceite se encuentra depositado. La bomba (B) que se encuentra sumergida en dicho aceite lo aspira tras pasar por un colador (C) y lo impulsa con presión hacia un filtro de aceite (F). Tras el filtrado, pasa por una llamada *rampa principal* (R) hasta llegar a las zonas que precisan lubricación. Una vez lubricadas las piezas, el aceite que rebosa de estas regresa al cárter por gravedad.

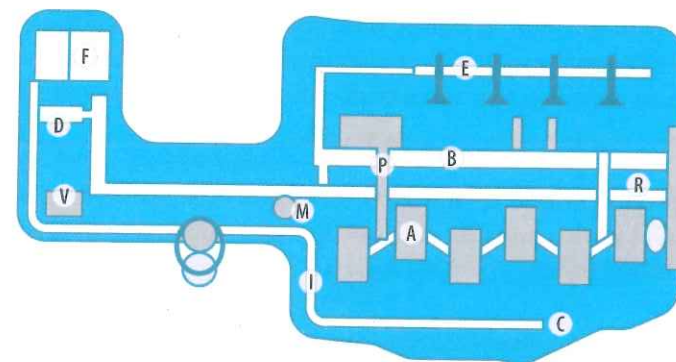


Figura 5.4
Elementos que componen el sistema de lubricación a presión.

En este sistema también el aceite ejerce una función lubricante y refrigerante. Suele almacenarse en el cárter, pero en ocasiones se coloca un depósito exterior y una segunda bomba que lo lleva hasta dicho depósito para mejorar la refrigeración. Este sistema se conoce como lubricación de cárter seco.

En la lubricación a presión hay ciertos elementos que por su importancia, merecen mención, y son los que se explican a continuación.

A) Circuito de lubricación

El aceite es enviado a presión a través de los cojinetes de apoyo del cigüeñal, del árbol de levas y del eje de balancines, como se ve en siguiente recurso web y circulando por el interior de los mismos, brota por los cojinetes. La presión del aceite separa las superficies metálicas de las piezas por las que pasa y evita el desgaste.

En ocasiones, las bielas disponen también de un canal para llevar aceite al pie de la biela, lubricando y refrigerando el pistón, el bulón y el cilindro.

El resto de piezas se lubrican por proyección de chorro de aceite (levas, taqués, varillas de balancines, etc.).

B) Bomba de aceite

Cuando el motor gira, mueve la bomba de aceite que mueve un volumen de aceite proporcional a las revoluciones del cigüeñal. De igual modo, cuando el motor está parado, todo el aceite cae hacia el cárter y al arrancar el motor, el aceite que estaba en el cárter empieza a moverse, aunque las piezas no se lubrican hasta que la bomba consigue absorber el aceite y restablecer la presión. Esto implica a que aproximadamente el 75% del desgaste de un motor se produce en este intervalo de tiempo, en el que las piezas se mueven sin lubricación, puesto que la bomba no ha podido mover dicho aceite.

C) Filtro de aceite y válvula de desvío

El filtro de aceite mantiene el lubricante limpio reteniendo las impurezas que el aceite transporta. Puede colocarse bien a continuación de la bomba, haciendo que todo el aceite que salga de la bomba pase a través del filtro, filtrando el 100% del aceite, o bien junto a la bomba, en el circuito de lubricación, con lo que se filtra solo una parte del aceite que sale de la bomba.

Actualmente el filtro más empleado es el llamado *filtro monoblock* que posee materia filtrante y un recubrimiento metálico, como aparece en el siguiente recurso web. Algunos disponen de una válvula adicional para que circule por ella el aceite cuando el filtro está saturado por suciedad.

La válvula de desvío cumple la misma función que la anterior mencionada, es decir, hacer que circule por ella el aceite cuando el filtro está saturado por suciedad, formando parte del mismo circuito de lubricación.

WWW

Recursos web

Con los códigos QR adjuntos tendrás acceso a vídeos en los que podrás visionar:

1. Cómo funciona el circuito de lubricación a presión.
2. Las partes principales y la misión de un filtro de aceite.



①



②



Actividad propuesta 5.2

De los tres sistemas de lubricación vistos hasta el momento, ¿cuál consideras que es más efectivo y por qué? ¿Sería efectivo aplicar, en ambulancias, alguno de los otros dos sistemas que actualmente no se aplican? Razona tus respuestas.

5.3. Lubricantes

Un lubricante es una sustancia con unas características que posibilitan que cuando se interpone entre dos piezas que se mueven entre sí, se forme una película que impida el contacto de las piezas, permitiendo su movimiento, sin degradarse.

La fricción que existía entre ambas piezas la sustituye el lubricante permitiendo el movimiento relativo de sus moléculas, friccionando estas, pero mucho menos que las superficies entre las que se interpone.

Existen numerosos lubricantes en el mercado y cada motor necesita uno determinado, dependiendo de pesos, tamaños, rendimientos, potencia, etc. de los motores. El óptimo para cada motor lo especifica el fabricante en la documentación del vehículo.

5.3.1. Base de un aceite lubricante

El concepto de *base de un aceite* se refiere al origen del aceite, y puede separarse en dos tipos:

1. *Aceites minerales*: se obtienen de la destilación del petróleo. Suelen ser más baratos pues- to que se obtienen más fácilmente que los sintéticos.
2. *Aceites sintéticos*: se fabrican en laboratorio y pueden provenir del petróleo o no. Su fabricación es más costosa porque sus propiedades son mejores, poseen mejor comportamiento mecánico y tardan más en degradarse.

5.3.2. Clasificación de aceites lubricantes

El comportamiento de los lubricantes de motor se ajusta a dos normas principales:

1. *Clasificación SAE*: indica la viscosidad del aceite lubricante.
2. *Clasificación API*: indica las prestaciones mínimas que cumple el aceite lubricante.

A) Clasificación SAE

La clasificación de los aceites según su viscosidad fue desarrollada por la SAE (Society of Automotive Engineers). Indica de forma tabulada la viscosidad del aceite.

En los lubricantes monogrado, cuanto mayor es el número más viscoso es el aceite. Si la cifra está seguida de la letra "W" indica que es un lubricante pensado para clima frío (invierno). Si la cifra no va acompañada de "W" ni de ninguna otra, indica que es un lubricante pensado para clima cálido (verano).

Los lubricantes con clasificación SAE superior a 70 se denominan *valvulinas* y se utilizan para lubricar engranajes (cajas de cambios, diferenciales, etc.).

Los aceites lubricantes tienden a ser más viscosos cuando están fríos y menos viscosos cuando se calientan. Para compensar esta variación de viscosidad en los motores, se suelen utilizar lubricantes multigrado, que son aceites lubricantes que tienen diferente viscosidad según la temperatura a la que se encuentren. Si el aceite es multigrado, en su clasificación SAE habrá dos cifras: una que indica la viscosidad a baja temperatura seguido por la letra "W" (viscosidad a 18 °C) y una segunda cifra para la viscosidad a temperatura de trabajo estándar (105 °C). La documentación del vehículo indica la clasificación SAE adecuada para cada vehículo, que además dependerá de la temperatura del país en la que nos encontremos (dependiendo de lo frío que sea su invierno).

B) Clasificación API

La clasificación API (American Petroleum Institute) indica las prestaciones del aceite en términos de calidad. Se trata de dos letras:

1. La primera letra indica el tipo de motor para el cual el aceite está diseñado: "S" para gasolina (*spark*, "chispa") y "C" para motores diésel (*combustion*, "combustión").
2. La segunda letra indica el nivel de calidad API que cumple como mínimo. Cuanto más cerca de la "Z" esté la letra, más avanzado es el aceite y por lo tanto mayor es la protección para el motor.

5.3.3. Aditivos más utilizados

Los aceites lubricantes empleados en los motores están formados por la base del lubricante, que ya se ha visto, y por otras sustancias agregadas para mejorar el comportamiento, llamadas *aditivos*.

Los aditivos más comunes que se añaden a la base del aceite para mejorar las propiedades son:

- a) *Antioxidantes*: retrasan el envejecimiento prematuro del lubricante y evitan la formación de óxido en las paredes metálicas internas del motor y la condensación de vapor de agua.
- b) *Elementos antifricción*: depositan sobre las superficies metálicas determinadas sustancias que reducen más aún el rozamiento.
- c) *Antiespumantes*: evitan la oxigenación del lubricante reduciendo la tensión superficial y así impiden la formación de burbujas que llevarían aire al circuito de lubricación.
- d) *Detergentes*: son los encargados de arrancar los depósitos de suciedad fruto de la combustión.
- e) *Dispersantes*: son los encargados de transportar la suciedad arrancada por los aditivos detergentes hasta el filtro o cárter del motor.

- f) *Espesantes*: es un compuesto de polímeros que por acción de la temperatura aumentan de tamaño aumentando la viscosidad del lubricante para que siga proporcionando una presión constante de lubricación.
- g) *Diluyentes*: es un aditivo que reduce los microcristales de cera que pueden aparecer, para que fluya el lubricante a bajas temperaturas.



PARA SABER MÁS

Existen ciertos motos que funcionan con embrague húmedo (los discos del embrague son bañados por el aceite del motor). En este tipo de vehículos hay que tener mucho cuidado a la hora de elegir el lubricante ya que los aditivos antifricción estropearían el embrague. Es necesario seguir las instrucciones del fabricante y utilizar aceites específicos (es recomendable aplicar en este caso concreto la normativa japonesa JASO MA o MB en las especificaciones del aceite).



Actividad propuesta 5.3

¿Qué aceites consideras que son mejores para el motor, los monogrado o los multigrado? Razona la respuesta.

5.4. Mantenimiento del sistema de lubricación

Las operaciones básicas de mantenimiento preventivo que pueden realizarse desde el punto de vista de la lubricación son las siguientes:

5.4.1. Cambios periódicos de aceite

Las moléculas que conforman el aceite, con su uso, varían su composición química y propiedades lubricantes, principalmente por dos razones:

1. *Utilización*: el calor y rozamiento al que está sometido el aceite lo deteriora progresivamente.
2. *Envejecimiento*: al estar en contacto con el aire, sufre un envejecimiento natural aunque el vehículo se encuentre en reposo.

El fabricante del vehículo indica el tipo de lubricante a utilizar y los periodos de sustitución. Existen muchos tipos de aceites y en función del tipo, la frecuencia de cambio varía considerablemente. Aun así, por poner cifras, puede variar desde los 5000 km hasta los 30.000 km. Siempre es recomendable cambiar el aceite frecuentemente, sin tener que llegar a los kilómetros marcados por el fabricante.

Se realiza con el motor caliente para que salga la mayor cantidad de aceite viejo y arrastre más partículas en su evacuación, y el procedimiento que generalmente se sigue para sustituir el aceite es el siguiente:

- a) El primer paso es siempre retirar el tapón de llenado.
- b) Se vacía el circuito, siguiendo uno de los dos métodos existentes:
- *Mediante bomba de succión:* se introduce por el tapón de llenado un dispositivo succionador que absorbe el aceite y lo deposita directamente en un recipiente para su reciclado. En este caso no hay que retirar el tornillo del cárter.
 - *Por gravedad, en foso o elevador:* vaciando el aceite por el tornillo del cárter. Hay que tener cuidado ya que el aceite está caliente y es contaminante, por lo que hay que evitar el contacto con la piel. En algunas ocasiones el tornillo está imantado para sujetar virutas metálicas que el aceite haya arrastrado, por eso se recomienda siempre limpiar bien el tornillo antes de ponerlo nuevamente.

**TOMA NOTA**

En el método por gravedad, puede ocurrir que al quitar el tornillo del cárter, el aceite no comience a bajar, es normal especialmente si lleva mucho tiempo el mismo aceite en el motor. Basta con destapar el tapón de llenado de aceite del motor que suele encontrarse en la parte superior del motor. De ese modo, al tener el motor abierto por dos puntos, el aire penetra en él y hace que comience a caer por gravedad el aceite por el orificio del tornillo del cárter.

- c) Se añade el aceite nuevo por el tapón de llenado. La cantidad de aceite que añadir es la misma cada vez (un poco más si se sustituye también el filtro), dato que sirve de indicador para saber cuándo hacer la primera comprobación de nivel (aproximadamente al 80% de dicha cantidad). Se repite el proceso de llenado/comprobación de nivel tantas veces como sea necesario hasta que el nivel se encuentre aproximadamente en la mitad de la zona apta de la varilla de medición, como se ve en la figura 5.5. Para comprobar el nivel de aceite con la varilla, se debe extraer esta y limpiarla con un papel o trapo, asegurando que no queden restos en la varilla, como hilos, etc., y colocarla en su sitio, esperar unos segundos y extraerla de nuevo para ver el nivel de aceite.



Figura 5.5
Marcas indicadoras de nivel óptimo de aceite en el motor.

- d) Se recomienda revisar de nuevo el nivel de aceite tras recorrer algunos kilómetros ya que el aceite se habrá oscurecido y el filtro llenado. Esta medición indicará realmente la cantidad de aceite en el motor.

- e) Una vez realizado el cambio se anota la fecha, tipo de aceite y kilometraje del vehículo en el libro de mantenimiento, para tenerlo presente con vistas a la siguiente sustitución.

**PARA SABER MÁS**

Cuando se dice que el aceite de motor se cambia en caliente, se refiere a que no se hace con el vehículo frío, como es lógico, pero cuidado, todos sabemos que cuando hay líquidos calientes en un recipiente (como el caso del aceite en el motor), si destapamos el recipiente (motor), el líquido caliente contenido en el mismo sale proyectado a alta presión y temperatura, pudiendo ocasionar daños a las personas y dañar los componentes sobre los que caiga el aceite caliente.

Por eso, cuando se va a proceder a sustituir el aceite de motor, lo recomendable es mantener unos minutos el motor encendido y comprobar cómo la temperatura del motor en el panel de mandos va subiendo lentamente. Cuando haya subido solo un poco, pero sin llegar en ningún caso a los 90 °C, que suele marcar cuándo el motor está en funcionamiento y con las mejores condiciones de uso, se debe parar el motor y proceder a extraer el aceite.

5.4.2. Cambios de filtro de aceite

El fabricante del vehículo suele indicar la frecuencia de los cambios en general, y concretamente del filtro de aceite.

1. Para realizar el cambio es necesario vaciar el circuito de aceite, por lo que se recomienda cambiarlo cuando se cambia el aceite.
2. Una vez vacío, se extrae el filtro con ayuda de una llave específica, que pueden ser de cualquiera de las formas que se ven en la figura 5.6 rotando en sentido antihorario. El filtro está lleno de aceite caliente, por lo que se debe tener precaución al extraerlo, y hay que vaciar el aceite del filtro y juntarlo con el resto de aceite extraído del motor para deshacerse de todo el aceite como residuo especial en los puntos habilitados para ello, como puede ser un punto limpio.



Figura 5.6
Llave tipo araña Jonnesway (a); llave tipo cincha JM (b); llave de cadena (c).

3. Antes de colocar el nuevo filtro hay que untar con aceite una junta de goma que acompaña al filtro, después enroscar el filtro a mano, con cuidado de colocar bien la rosca, una vez la junta toca el motor roscar $\frac{3}{4}$ de vuelta de apriete, sin pasarse.
4. Una vez realizado el cambio se anota la fecha y kilometraje del vehículo en el libro de mantenimiento, para tenerlo presente con vistas a la siguiente sustitución.

5.4.3. Medición de nivel de aceite

El nivel de aceite se mira con el vehículo en posición horizontal, es decir, que no esté en pendiente, ni sobre ningún obstáculo, etc., y el motor frío. Para ello se emplea la varilla de aceite, que llega hasta el cárter y queda manchada de aceite en el nivel en el que se encuentra el motor. La varilla de nivel de aceite puede estar en una zona concreta del motor accesible por la parte superior de este, como se aprecia en la figura 5.7 o integrada en el tapón de llenado de aceite.

Los pasos básicos que hay que realizar para medir el nivel de aceite de motor con la varilla son los siguientes:

- a) Se extrae la varilla.
- b) Se limpia con un papel o trapo, asegurando que no queden restos en la varilla, como hilos, etc.
- c) Se coloca nuevamente en su sitio, se espera unos segundos y se extrae de nuevo para ver el nivel de aceite.



Figura 5.7
Varilla de nivel de aceite.

El nivel debe estar entre las marcas de máximo y mínimo. Si se precisa añadir aceite, este será del mismo tipo que el aceite que lleva el motor en ese momento y se debe anotar la cantidad de aceite introducido y los kilómetros que marca el cuentakilómetros para tener constancia de un posible exceso de consumo, en el caso de que esta operación de añadir aceite haya que realizarla frecuentemente.

RECUERDA

- ✓ En ambulancias se debe comprobar el nivel de aceite al comienzo de cada turno de trabajo y en los vehículos convencionales es suficiente hacerlo cada 2000 km y siempre antes de un viaje largo, aunque si se revisa cada menos kilómetros es mucho mejor.

Actividad propuesta 5.4



Describe el procedimiento que se debe seguir para cambiar el aceite de una ambulancia.

5.5. Averías comunes del sistema de lubricación

Las averías más frecuentes que suelen producirse por un mal mantenimiento preventivo que pueden aparecer desde el punto de vista de la lubricación son las que se describen en los siguientes subapartados.

5.5.1. Motor gripado

Cuando la lubricación es deficiente, el rozamiento entre las piezas de metal produce un sobrecalentamiento de estas zonas. Al calentarse, el metal se dilata (aumenta su volumen), con lo que el problema aumenta. En el mejor de los casos, si no es excesivo el sobrecalentamiento, se produce un bloqueo temporal de las piezas (normalmente acompañado de defectos permanentes en las superficies), pero si el calentamiento es excesivo, el metal llega a fundirse y las piezas quedan soldadas entre sí. Si las piezas se funden es cuando se produce el gripado de motor, principalmente entre los pistones y los cilindros, entre el cigüeñal y los cojinetes y entre el árbol de levas y los cojinetes.

En todos los casos se trata de una avería cara que requiere muchas horas de taller.

Para prevenir esta avería se recomienda:

- Vigilar el nivel de aceite y tener presentes los periodos de sustitución del aceite de motor.
- Prestar atención a los indicadores de sobrecalentamiento de aceite y del circuito de refrigeración.

5.5.2. Estropear la rosca del tornillo de evacuación del cárter

En los vehículos con tornillo en el cárter para vaciar el circuito de lubricación, dicho tornillo se quita y se pone en cada cambio de aceite, con lo que se debe prestar atención al hacerlo. Puede ocurrir iniciar mal el roscado y seguir apretando, apretar demasiado el tornillo tras el vaciado o equivocarse en el sentido de giro. En cualquiera de estos casos, se deteriora la rosca del tornillo pudiendo producir goteo de aceite o la pérdida del tornillo en marcha, lo que implicaría el vaciado completo del circuito de lubricación.

Para prevenir esta avería se recomienda:

1. Si no se tiene experiencia utilizar una llave dinamométrica (indica el par con el que apretamos).
2. Prestar atención en el sentido de giro al aflojar (aflojar en sentido antihorario).
3. Poner atención en el inicio del roscado, colocando el tornillo recto, nunca inclinado, para asegurar que la rosca del tornillo no se deteriora.

5.5.3. Pérdidas de aceite

En ocasiones se producen pérdidas de aceite en el circuito de lubricación, siendo los lugares más comunes los siguientes:

- a) *Por el filtro de aceite:* por un mal apriete o deterioro de la junta de goma. Requiere apretar o sustituir el filtro y la junta de goma.
- b) *Junta de la culata:* si está en malas condiciones puede producirse la comunicación entre el circuito de lubricación y el de refrigeración o incluso comunicarse los cilindros, perdiéndose o deteriorándose el aceite.
- c) *Cámara de combustión:* el desgaste del cilindro o los segmentos hacen que pase aceite a la cámara de combustión. En tal caso se quemaría el aceite, saliendo humo negro por el tubo de escape, obstruyendo los inyectores, las bujías, los calentadores, etc. dependiendo del tipo de motor.
- d) *Otras juntas y retenes:* los retenes de válvulas, retenes de cigüeñal o poleas de distribución, con el tiempo y el uso pierden su estanqueidad, produciéndose por dichas zonas la pérdida de aceite.

Si no se produce goteo, se considera normal que el motor consuma algo de aceite, únicamente en vehículos con varios años y muchos kilómetros. Los fabricantes suelen considerar normal un consumo de hasta 1 litro de aceite por cada 1000 km, aunque hay que consultar el manual de cada vehículo. Si el consumo es mayor que el especificado es necesario llevar el coche al taller.

En caso de goteo de aceite también es necesario corregir el problema ya que el aceite es contaminante y peligroso en la vía pública. Se considera fallo grave en la ITV.

En el caso de ambulancias se sigue la misma recomendación de kilómetros, etc., pero como hay que realizar una supervisión general al comienzo de cada turno, es más fácil identificar cualquier anomalía, y en concreto detectar las pérdidas de aceite.



TOMA NOTA

Este consumo de 1 litro de aceite cada 1000 km es admisible en vehículos con varios años y muchos kilómetros, pero no para vehículos nuevos, cuyo consumo de aceite debe ser prácticamente nulo al principio.

Para prevenir esta avería se recomienda:

- Comprobar el nivel de aceite con frecuencia. En el caso de ambulancias, al comienzo de cada turno.
- Observar si hay manchas de aceite bajo el vehículo tras estacionamientos prolongados.
- Buscar manchas de aceite en motor y zonas contiguas.

Actividad propuesta 5.5



Enumera las zonas más comunes donde se pueden producir pérdidas de aceite en el circuito de lubricación.

Resumen

- El lubricante tiene como misión separar las piezas en contacto de forma que la fricción se produzca entre las moléculas del lubricante (con un coeficiente de rozamiento mucho menor), para proteger las piezas y disminuir las pérdidas de energía por calor.
- Los tipos de lubricación existentes en motores son:
 - Lubricación por mezcla.
 - Lubricación por salpicadura.
 - Lubricación a presión (se emplea en motores térmicos de cuatro tiempos-ambulancias).
- Los aceites lubricantes de motores están compuestos de lo que llama *base del aceite* (minerales o sintéticos) y aditivos, que le proporcionan unas características concretas.
- Los lubricantes de motor se clasifican mediante dos normas principales:
 - Clasificación SAE: indica la viscosidad del aceite lubricante.
 - Clasificación API: indica las prestaciones mínimas que cumple el aceite lubricante.
- Las operaciones básicas de mantenimiento preventivo que pueden realizarse desde el punto de vista de la lubricación son las siguientes:
 - Cambios periódicos de aceite.
 - Cambios de filtro de aceite.
 - Medición de nivel de aceite.
- Las averías más frecuentes que suelen producirse por un mal mantenimiento preventivo que pueden aparecer desde el punto de vista de la lubricación son las siguientes:
 - Motor gripado.
 - Estropear la rosca del tornillo de evacuación del cárter.
 - Pérdidas de aceite.

Ejercicios propuestos



1. Explica la misión del lubricante.
2. Enumera los tipos de lubricación que existen en los vehículos.
3. Indica la misión del aceite en los sistemas de lubricación por presión, utilizado mayoritariamente los motores de cuatro tiempos.
4. Haz una lista de los componentes del sistema de lubricación por presión de los motores de cuatro tiempos.

5. Indica cómo se acciona la bomba de aceite y la misión que tiene.
6. Define la misión del filtro y de la válvula de desvío de un sistema de lubricación.
7. ¿Qué diferencia existe entre el aceite mineral y el aceite sintético?
8. Comenta las distintas clasificaciones de los aceites que conoces.
9. Describe las características de los lubricantes multigrado.
10. ¿Qué son los aditivos? Enumera los tipos que conoces.

Supuesto práctico

El gripado de motor es una avería bastante común desde el punto de vista de la lubricación. Aunque existen zonas más vulnerables a sufrir ese exceso de temperatura por falta de lubricante, una de las más frecuentes es la zona de válvulas y árbol de levas. Si se produce un exceso de temperatura en esta zona, suele ocurrir que las válvulas, cuando están muy calientes, al cerrarse se funden con la culata, pero como el movimiento del motor continúa, el cigüeñal y árbol de levas siguen girando

y aunque se hayan fundido las válvulas con la culata, estas son arrastradas por el árbol de levas, rompiéndose y provocando el gripado de motor en esa zona.

Se pide:

- Determinar las posibles causas que han podido influir en esta avería, bien sea por no tener las precauciones oportunas, como por otras situaciones que hayan podido ocurrir.

Debate en clase

Temas para debatir:

- ¿Consideras que podría diseñarse algún otro método diferente a los actuales que mejorase la lubricación? Argumenta tu respuesta.
- ¿Eliminarías alguno de los métodos analizados o lo sustituirías por otro, para mejorar el rendimiento del motor?

Teniendo en cuenta el sistema de lubricación del motor visto en este capítulo, sus funciones principales, tipos de lubricación y componentes principales, debate con tus compañeros en clase sobre los temas que se proponen.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. En relación con el aceite del circuito de lubricación, es correcto afirmar que:
 - a) Se mide en caliente y se cambia en frío.
 - b) Se mide y cambia en caliente.
 - c) Se mide en frío y se cambia en caliente.
 - d) Se mide y cambia en frío.
2. En relación con el efecto hidrodinámico, es correcto afirmar que:
 - a) Es más eficiente cuanto más despacio se mueven las piezas.
 - b) Se basa en que si no hay movimiento no hay rozamiento.
 - c) Necesita que las piezas se muevan a cierta velocidad para ser eficiente.
 - d) Utiliza siempre lubricantes en estado sólido.
3. En relación con el efecto hidrostático, es correcto afirmar que:
 - a) Se basa en que el fluido esté quieto.
 - b) Se basa en la adherencia del lubricante a la pieza que lubricar.
 - c) Usa la presión del lubricante ejercida por la bomba para separar las superficies que lubricar.
 - d) Se basa en el movimiento de las piezas para introducir lubricante entre ellas.
4. Respecto a la bomba de aceite, es incorrecto afirmar que:
 - a) Envía un volumen de aceite al circuito de lubricación proporcional a las revoluciones del cigüeñal.
 - b) Bombea menos aceite cuando el motor va despacio.
 - c) Es movida por un motor eléctrico.
 - d) Es movida por el cigüeñal.
5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la lubricación a presión es incorrecta?
 - a) Utiliza elementos específicos en el sistema como la bomba de aceite y el filtro.
 - b) Le afecta el efecto hidrodinámico y el efecto hidrostático.
 - c) Requiere cambio periódico del lubricante y filtro.
 - d) En ella solo interviene el efecto hidrostático.
6. Indica cuál de las siguientes afirmaciones sobre la lubricación es incorrecta:
 - a) Separa los materiales en contacto para que el rozamiento sea menor.
 - b) Una buena lubricación hace más eficiente el motor.
 - c) Además de lubricar refrigera.
 - d) No existe lubricación por salpicadura.
7. En relación con la lubricación por mezcla, es incorrecto afirmar que:
 - a) Se utiliza mucho en motores de cuatro tiempos.
 - b) Consiste en mezclar de un 2% a un 5% de lubricante con el combustible.
 - c) Es sencilla de aplicar ya que no requiere piezas adicionales.
 - d) La mezcla con el combustible lubrica el cigüeñal.

8. La clasificación de aceites SAE nos indica:
- a) La viscosidad en lubricantes monogrado.
 - b) La viscosidad en lubricantes multigrado.
 - c) Las dos afirmaciones anteriores son ciertas.
 - d) El rango de presiones en el que podemos usar un lubricante.
9. Los métodos convencionales de extracción de aceite del motor son:
- a) Mediante bomba de succión y por gravedad, en foso o elevador.
 - b) Mediante bomba de impulsión y por gravedad, en foso o elevador.
 - c) Mediante compresor eléctrico y bomba de succión.
 - d) Mediante bomba de succión y bomba de impulsión.
10. Los cambios periódicos de aceite pueden variar dependiendo de las recomendaciones del fabricante entre:
- a) Los 1000 km hasta los 300.000 km.
 - b) Los 5000 km hasta los 30.000 km.
 - c) Los 15.000 km hasta los 30.000 km.
 - d) Los 25.000 km hasta los 60.000 km.

SOLUCIONES:

- | | | |
|---|---|--|
| 1. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 5. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | |
| 2. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 6. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | 9. <input checked="" type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d |
| 3. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 7. <input checked="" type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 10. <input type="checkbox"/> a <input checked="" type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d |
| 4. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 8. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | |

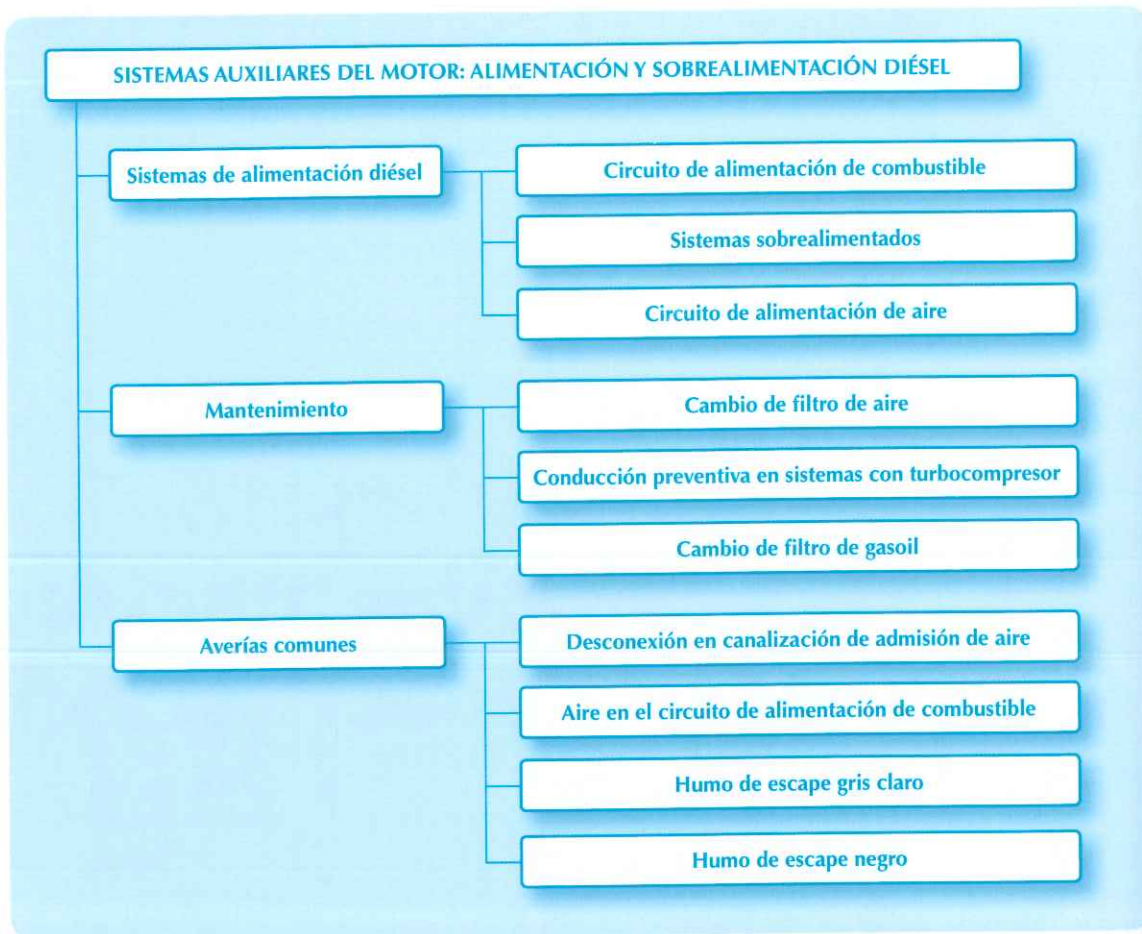
6

Sistemas auxiliares del motor III: alimentación y sobrealimentación diésel

Objetivos

- ✓ Conocer los mecanismos de alimentación utilizados en motores diésel.
- ✓ Aprender los principios de funcionamiento de la sobrealimentación.
- ✓ Saber las operaciones básicas de mantenimiento y buenos hábitos preventivos en turbocompresores.
- ✓ Reconocer las averías más comunes.

Mapa conceptual



Glosario

Ciclo de motor. Refiriéndose a los motores térmicos, es el tiempo en el que el pistón o émbolo realiza dos vueltas completas del cigüeñal para completar el ciclo termodinámico de combustión o explosión. En motores térmicos de cuatro tiempos las fases por las que pasa son admisión, compresión, combustión o explosión y escape.

Cilindrada de motor. Corresponde a la suma del volumen útil de todos los cilindros de un motor alternativo. Suele medirse en centímetros cúbicos (cm³) y para vehículos americanos o ingleses puede emplearse el sistema inglés de pulgadas cúbicas. 16,4 cm³ equivalen a una pulgada cúbica. La cilindrada de un motor se calcula de la siguiente forma: $cilindrada\ total = [(\pi \times D^2)/4] \times (L \times \text{número de cilindros})$; $cilindrada\ unitaria = [(\pi \times D^2)/4] \times L$, siendo D el diámetro del cilindro y L la carrera del pistón.

Colector de admisión. Fabricado normalmente de fundición de aluminio, transporta el aire o mezcla de aire-gasolina a la entrada de los cilindros del motor.

Common-rail. Llamado también *conducto común*, es un sistema electrónico de inyección de combustible diésel empleado principalmente en inyección directa, en el que el gasóleo es extraído del depósito de combustible hasta una bomba de alta presión, que lo envía a un conducto común para todos los inyectores a alta presión y temperatura y sale desde cada uno de ellos al cilindro correspondiente.

Intercooler. Elemento que puede ir situado entre el turbo y la admisión del motor. En este caso enfría el flujo de aire que envía el turbocompresor (que trabaja a temperaturas muy altas), redirigiéndolo hacia el colector de admisión con una temperatura óptima. También puede situarse a la entrada del depósito de combustible para enfriar el combustible diésel sobrante antes de que retorne al depósito para evitar la combustión del depósito de combustible diésel.

Purgar. Limpiar o purificar un circuito, eliminando lo que se considera malo o perjudicial. En este caso eliminar el aire que pueda existir en el circuito de alimentación.

Receptáculo. Es la cavidad en la que se contiene o puede contenerse una sustancia.

Turbina centrífuga. Rueda con álabes que gira en una carcasa. La corriente de aire o gases puede entrar en el sentido del eje de giro y salir en sentido radial, produciéndose así una desviación de 90°. O también puede entrar paralelo al eje de giro y ser impulsada o absorbida paralelamente a dicho eje.

6.1. Sistema de alimentación diésel

El sistema de alimentación de un motor térmico se encarga de introducir en la cámara de combustión o de explosión, según el tipo de motor, el aire y el combustible:

- En los motores de explosión se introduce aire y gasolina juntos.
- En los motores de combustión se introduce aire y diésel por separado.



Actividad propuesta 6.1

Conociendo que la alimentación en un motor diésel es diferente a la de un motor gasolina, ¿piensas que eso influye en que alguno de ellos sea mejor que el otro?

6.1.1. Circuito de alimentación de combustible

El circuito de alimentación de combustible diésel transporta el combustible hasta la cámara de combustión con la temperatura y presión adecuadas. Físicamente presenta pocas diferencias con los motores de explosión, como puede apreciarse en la figura 6.1, y puede dividirse en dos zonas o circuitos:

1. Zona de alta presión → circuito de alta presión.
2. Zona de baja presión → circuito de baja presión.

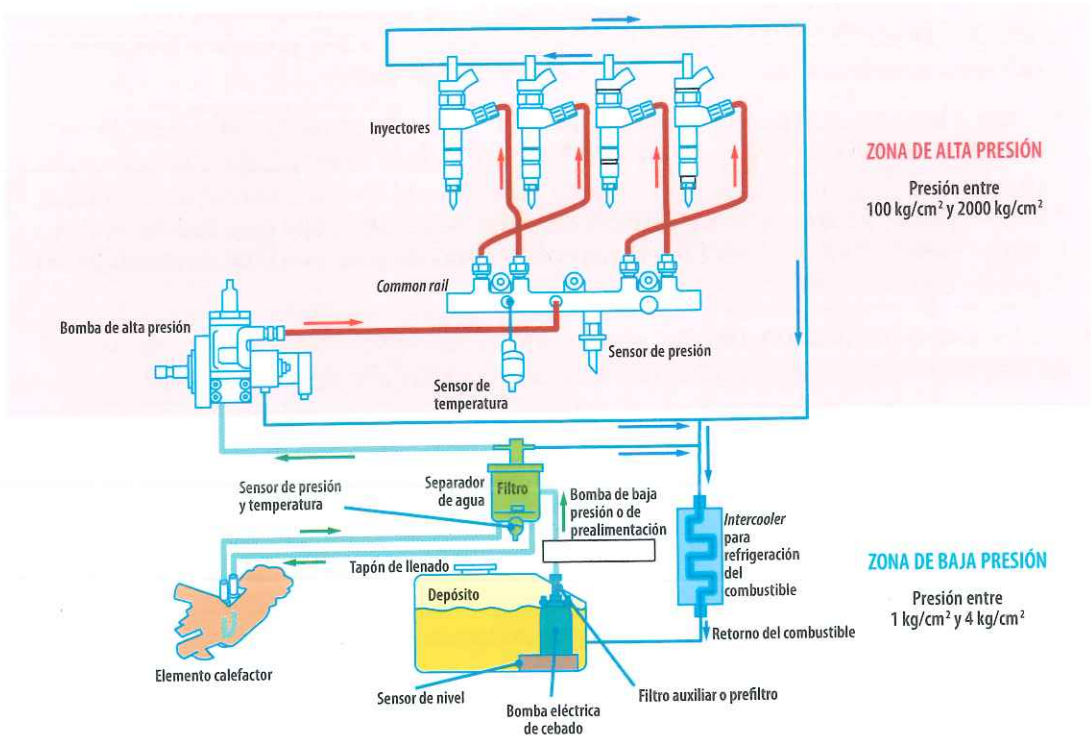


Figura 6.1
Circuito de alimentación de combustible.

A) Circuito de baja presión

Este circuito transporta el combustible desde donde se almacena (depósito de combustible) hasta la bomba de alta presión, que es donde comienza el circuito de alta presión.

Sus componentes principales son:

- Depósito de combustible (tapón y conducto de retorno al depósito).
- Filtro auxiliar o prefiltro.
- Filtro principal de combustible diésel (separador de agua y sensor de temperatura y de sobrepresión).
- Bomba de baja presión.
- Elemento calefactor.
- Sensor de nivel.
- Canalizaciones de la zona de baja presión.

A continuación se describen los componentes principales de esta zona de baja presión, para conocer mejor su función en el circuito de alimentación diésel.

1. Depósito de combustible

El combustible se introduce en el depósito de combustible a través del tapón de llenado. En ocasiones, el mismo tapón de llenado permite que se introduzca en el depósito aire exterior, para evitar que aparezca presión negativa en el depósito al vaciar el combustible, y así funcione adecuadamente.

A la salida del depósito de combustible está el filtro auxiliar o prefiltro para que no pasen las partículas más gruesas a la bomba de baja presión. En ocasiones, en el interior del depósito hay una bomba eléctrica de cebado. En otras ocasiones se trata de una bomba manual exterior que se acciona cuando el vehículo se ha quedado sin combustible. El depósito también dispone de un conducto de retorno de combustible y de un sensor de nivel.

2. Bomba de baja presión

Aspira el combustible desde el depósito a través del prefiltro para hacerlo pasar por el filtro principal y que llegue limpio a la bomba inyectora de alta presión. La bomba de baja presión o bomba de prealimentación mueve el combustible por la zona de baja presión a una presión de entre 1 kg/cm² a 4 kg/cm².

3. Filtro principal de combustible diésel

Filtra las partículas más pequeñas para asegurar que el circuito de alta presión trabaje con combustible limpio. El combustible diésel en el circuito de alta presión lubrica la bomba inyectora y los inyectores circulando a presiones muy elevadas, por lo que cualquier pequeña partícula puede provocar problemas de funcionamiento. En el filtro también suele haber un separador de agua para que se quede almacenada en el filtro y no pase por la bomba de alta presión (provocaría oxidación). A la entrada del filtro existe un sensor de temperatura y de sobrepresión que detecta si el combustible está frío, llevándolo, si lo está, al elemento calefactor para que al calentarlo, alcance la temperatura óptima para que continúe hacia la bomba de alta presión y también detecta el exceso de combustible, enviándolo de nuevo al depósito pasando previamente por el *intercooler* para enfriarlo y evitar que entre muy caliente el diésel en el depósito y pueda inflamarse.

B) Circuito de alta presión

Este circuito recibe el combustible del circuito de baja presión por la bomba inyectora de alta presión y es el encargado de hacerlo llegar a la cámara de combustión en el momento, cantidad, temperatura y presión adecuados.

Sus componentes principales son:

- Bomba inyectora de alta presión.
- Sistema *common-rail*.
- Inyectores.
- Canalizaciones de la zona de alta presión.

Recurso web

WWW

Escanea el QR adjunto para visionar un vídeo que muestra el funcionamiento de un sistema *common-rail* a la vez que se aprecia cómo funciona un inyector internamente.



A continuación se describen los componentes principales de esta zona de alta presión, para conocer mejor su función en el circuito de alimentación diésel.

1. Bomba inyectora de alta presión

Tras recibir el combustible de la zona de baja presión, aumenta la presión de combustible enviándolo hacia el sistema *common-rail* y los inyectores a una presión que oscila entre 100 kg/cm^2 y 2000 kg/cm^2 . Se precisa que todos los inyectores pulvericen la misma cantidad de combustible a los diferentes cilindros en el momento adecuado, por lo que el movimiento de la bomba está accionado y sincronizado con el movimiento del cigüeñal (mediante engranajes, y por tanto cadena o correa dentada).

Al estar sincronizado con el cigüeñal, la posición del pedal del acelerador determina la cantidad de combustible que inyectar, que actualmente lo gestiona la centralita electrónica del sistema *common-rail*, mandando la cantidad óptima de combustible a los inyectores en el momento oportuno.

2. Inyector

Recibe el combustible a presión y lo introduce en la cámara de combustión pulverizado, repartiéndolo por la cámara de combustión para que se caliente rápidamente y comience la combustión rápidamente.

Existen diferentes tipos de inyectores según el sistema de apertura del inyector:

- Inyectores accionados por la presión de la bomba.
- Inyectores accionados por electricidad (por bobina electromagnética o piezoeléctrico).
- Inyectores y bomba accionados por levas.

La inyección de combustible se puede producir de dos formas:

- a) De una sola vez la inyección de todo el combustible en cada cilindro → inyección directa.
- b) En dos pasos, primero una pequeña cantidad inicial para que comience la combustión y una cantidad mayor después en función de los gases de admisión y de los requerimientos del conductor → inyección indirecta.

Independientemente del modo de inyección, la forma de un inyector aparece en la figura 6.2.

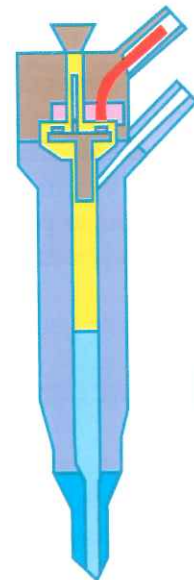


Figura 6.2
Forma de un inyector.

6.1.2. Circuito de alimentación de aire

Filtra aire del exterior para evitar que penetren partículas abrasivas en la cámara de combustión y a través del colector de admisión, lo introduce en dicha cámara.

El aire penetra en los cilindros debido a la presión negativa formada en la cámara de combustión cuando el pistón desciende por el cilindro.

Una vez que el aire ha entrado en la cámara de combustión, comienza su compresión.

A partir de este momento, aunque no corresponde al circuito de alimentación de aire, el proceso sigue, como ya se conoce:

1. Cuando finaliza la compresión del aire se produce la inyección adecuada del combustible y por tanto la combustión del combustible junto con el aire, debido a las presiones y temperaturas existentes en la cámara de combustión.
2. Finalizada la combustión y consecuente descendimiento del pistón, comienza el escape de los gases quemados por la válvula de escape.

A este tipo de motores se les llama *motores atmosféricos*.



Actividad propuesta 6.2

Enumera los componentes que conforman el circuito de baja presión y el circuito de alta presión. Define la misión principal de los elementos más importantes.

Una vez analizada la alimentación tradicional de los motores atmosféricos diésel, tanto de combustible como de aire, ahora se analizará la sobrealimentación de estos.

6.1.3. Sistemas sobrealimentados

Los sistemas sobrealimentados introducen una mayor cantidad de aire y combustible en la cámara de combustión para extraer más energía en un mismo ciclo de motor. Para hacerlo fuerzan la entrada de aire mediante diversos elementos. Los más habituales son compresores de aire o turbinas que aprovechan la velocidad de los gases de escape, llamados *turbocompresores*. Con este tipo de sobrealimentación se puede obtener la potencia de un motor atmosférico de mayor cilindrada pero con un motor más pequeño y ligero, lo que produce menores inercias y menos rozamientos, consiguiendo motores más eficientes y con mejor aceleración.

En la figura 6.3 se puede ver un turbocompresor convencional.

La sobrealimentación se puede aplicar tanto en motores diésel como en motores gasolina, aunque actualmente se aplica más en motores de combustión.



Figura 6.3
Turbocompresor.

Como inconvenientes de los motores sobrealimentados hay que mencionar dos puntos principales:

1. *Aumento de complejidad del sistema:* el motor lleva más piezas, y por tanto, pueden estropearse más.
2. *Aumento de presiones:* los motores sobrealimentados soportan mayores presiones de combustión, o de explosión, si es el caso y necesitan mayor presión de inyección. Al aumentar la resistencia de los materiales se precisa aumentar también el precio de los componentes.

El accionamiento del compresor puede realizarse de tres formas principales:

1. *Compresor de accionamiento mecánico:* en la figura 6.4 puede verse cómo se une el compresor al cigüeñal mediante engranajes, cadena o correas. El régimen de revoluciones controla directamente la compresión de aire de admisión.

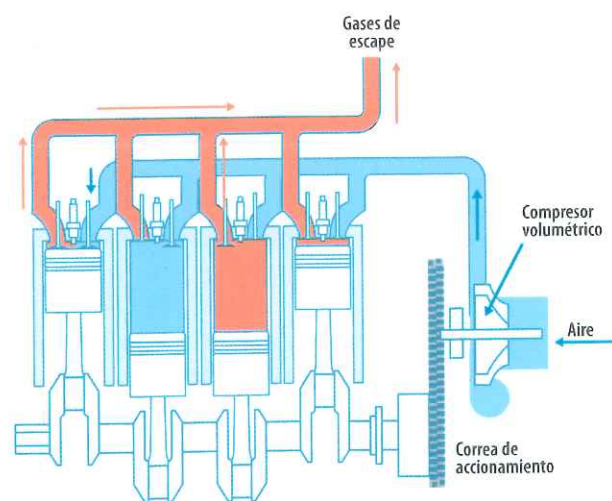


Figura 6.4
Motor sobrealimentado por compresor de accionamiento mecánico.

2. *Compresor aprovechando la velocidad de los gases de escape (turbocompresor):* es el sistema más utilizado actualmente. Se trata de dos turbinas centrífugas que comparten un mismo eje de giro. Una de ellas es accionada por los gases de escape, que al salir con cierta velocidad, la mueven y al compartir el mismo eje de giro, mueve la segunda, que comprime los gases de admisión, como puede verse en el siguiente recurso web. Las turbinas giran a velocidades de hasta 200.000 r.p.m., por lo que su lubricación y refrigeración son muy importantes.
3. *Mediante un motor eléctrico:* es un tipo poco extendido, en parte porque permite escoger la compresión de aire de forma totalmente independiente al régimen del motor. Esto genera ciertas pérdidas de rendimiento del motor y acorta su vida útil.

Independientemente de la forma de sobrealimentación, cuando se comprime el aire de admisión, este se calienta, por lo que en ocasiones se coloca un intercambiador de calor (en este caso para enfriar el aire) llamado *intercooler*, como puede verse en el recurso web siguiente, que enfría el aire y lo comprime, haciendo que entre más cantidad en el cilindro, puesto que las partículas de aire frío ocupan menos espacio que las de aire caliente.

También puede situarse un *intercooler* a la entrada del depósito de combustible para enfriar el combustible diésel sobrante antes de que retorne al depósito para evitar la combustión del depósito de combustible diésel.

Recursos web

www

Con los códigos QR adjuntos tienes acceso a vídeos donde podrás ver:

1. *Cómo funciona un turbocompresor.*
2. *Cómo funciona un intercooler.*



①



②



Actividad propuesta 6.3

Conociendo que el accionamiento del compresor puede realizarse de tres formas principales, razona por qué actualmente en ambulancias y otros vehículos se emplea más el compresor aprovechando la velocidad de los gases de escape o turbocompresor, ¿qué pasaría si se empleara alguno de los otros dos tipos?

6.2. Mantenimiento del sistema de alimentación y sobrealimentación

Las operaciones básicas de mantenimiento preventivo que pueden realizarse desde el punto de vista de la alimentación y sobrealimentación son las que se describen en los siguientes apartados.

6.2.1. Cambio del filtro de gasoil

Como se ha visto, el gasoil lubrica la bomba inyectora de alta presión y pasa por los finos orificios de los inyectores, obligando a que el combustible esté totalmente limpio. Hay que buscar en el manual del vehículo la frecuencia del cambio del filtro, que recomienda el fabricante, pero normalmente estará comprendida entre los 20.000 km y los 40.000 km. Al realizar el cambio se eliminará la suciedad y en caso de que se haya acumulado agua también se sacará del filtro.

En el caso de ambulancias, esto es muy importante para asegurar que las prestaciones de la misma siempre son las correctas. Por eso se recomienda cambiarlo a los 20.000 km, sin llegar a los 40.000 km.

El procedimiento para el cambio del filtro de gasoil no es muy complicado, aunque depende del lugar en el que se encuentre el filtro en el vehículo. En general se realiza en los pasos que se describen en el cuadro 6.1.

CUADRO 6.1

Procedimiento para el cambio de filtro de gasoil

1	Desconectar los manguitos de entrada y salida del filtro y el conector del sensor de agua. A continuación se extrae la tapa del filtro.
2	Al extraer el filtro sucio, queda su hueco lleno de combustible. Por la parte de abajo del receptáculo sale un conducto de desagüe, en el que se coloca una botella en el extremo del desagüe y se acciona el grifo de vaciado para sacar los residuos y limpiar el emplazamiento del filtro.
3	Se coloca el nuevo filtro y se cierra la tapa del mismo. Se conecta la entrada y salida de gasoil y el cableado, a continuación se cierra el desagüe y se abre un tornillo de salida de aire superior.
4	Junto al filtro suele haber una bomba manual de cebado que debe accionarse (para purgar el circuito), hasta que salga todo el aire (empezarán saliendo burbujas de aire y combustible, y luego combustible sin aire por el tornillo de purga de aire). En ese momento se cierra el tornillo y se continúa bombeando hasta que se note la bomba más dura. Al notar el endurecimiento de la bomba se considera terminado el procedimiento.

PARA SABER MÁS

Existen modelos de vehículos con autopurga que no disponen de bomba manual. En estos casos, se llena el receptáculo con el nuevo filtro puesto y se tapa. El purgado del circuito se realiza a través de la llave de contacto. En el momento del arranque, tras cambiar el filtro de gasoil, se recomienda llevar la llave de contacto desde su posición "cero", hasta la posición de encender el panel de mandos, dos o tres veces antes de arrancar el motor. De este modo, se reparte el combustible desde el depósito hasta los inyectores, eliminando las zonas con aire del circuito. Así el arranque será correcto.

6.2.2. Cambio del filtro de aire

El filtro del aire también presenta un periodo de cambio que indica el fabricante del vehículo. Si el vehículo circula por caminos de tierra o lugares polvorientos habrá que plantearse cambios más frecuentes. Si el filtro se ensucia, el motor no recibe suficiente aire y la combustión no será completa, lo que conllevará una pérdida de potencia en el motor.

En el caso de ambulancias, esto es muy importante para asegurar que las prestaciones de la misma siempre son las correctas.

Hay filtros de aire de muchas formas y materiales, aunque los más extendidos son los filtros secos de fibra de papel. El cambio es una tarea sencilla, basta con conocer su ubicación, abrir la caja que lo aloja, que presenta una tapa y sustituir el viejo por el nuevo, tapándola nuevamente. En alguna ocasión será necesario desconectar el colector de admisión para abrir la caja.

Recursos web

www

Accede con los códigos QR adjuntos para ver:

1. El procedimiento de sustitución de un filtro de gasoil.
2. El procedimiento de sustitución de un filtro de aire.



①



②

6.2.3. Conducción preventiva en sistemas con turbocompresor

Los sistemas sobrealimentados con turbocompresor giran a altísimas revoluciones, calentándose mucho por la compresión de los gases y por frenar los gases de escape, especialmente cuando se exige mucha potencia al motor. Se frenan los gases de escape porque deben mover la turbina que a su vez mueve la otra que activa los gases de admisión. Si estando muy caliente se quita el contacto apagando el motor, el combustible y líquido refrigerante que estaba circulando por el interior del turbocompresor se para también, muy caliente y quemando el interior, dejando restos adheridos y dificultando la futura lubricación acortando su vida útil. Se recomienda exigir poco al motor antes de pararlo y dejarlo al ralentí durante un par de minutos justo antes de quitar la llave de contacto.



Actividad propuesta 6.4

Describe el procedimiento que seguir para cambiar el filtro de gasoil de una ambulancia.

6.3. Averías comunes del sistema de alimentación y sobrealimentación

Las averías más frecuentes que suelen producirse por un mal mantenimiento preventivo que pueden aparecer desde el punto de vista de la alimentación y sobrealimentación son las que se describen en los siguientes subapartados.

6.3.1. Aire en el circuito de alimentación de combustible

Si se agota el combustible del depósito o si entra aire por algún manguito mal conectado, el motor comenzará a dar tirones y terminará por pararse. El motivo es que hay aire donde debería haber únicamente combustible. El primer paso será identificar el motivo por el que el aire ha llegado hasta ahí (llenar el depósito o arreglar las uniones de los manguitos, para solucionar la causa). Algunos vehículos disponen de sistemas de autopurgado: al girar el contacto, mientras actúan los calentadores, comienza a funcionar la bomba y extrae el aire. En estos casos es bueno girar el contacto un par de veces antes de arrancar el motor, igual que al cambiar el filtro de gasoil. En el resto de vehículos suele haber una bomba manual de tipo "pera", pulsador o palanca, que al accionarla se bombea combustible hacia el filtro. Si no hay bomba, se levanta la tapa del filtro de combustible y

se llena de gasoil. Si hay bomba, se abre el tornillo de purga de aire sobre el filtro y se bombea hasta que salga combustible sin aire. Se cierra el tornillo y se continúa bombeando hasta que se note más presión o dureza en la bomba manual. En ese momento, se puede intentar arrancar el motor.

Si ocurre esta avería en el circuito de alimentación o sobrealimentación, aparte de arreglar la anomalía (añadir combustible al depósito o conectar adecuadamente los manguitos), puede producirse también el deterioro de los inyectores. Si esto ocurre, se tendrá que sustituir el o los inyectores dañados.

6.3.2. Desconexión en canalización de admisión de aire

Algunos vehículos provistos de turbocompresor tienen tendencia a que se suelte la conexión entre el *intercooler* y el colector de admisión. Suele ocurrir en un momento en el que el turbocompresor funciona con fuerza (por ejemplo, al subir un puerto de montaña, o al realizar un adelantamiento, puesto que se exige al motor que funcione a altas revoluciones por minuto en un momento determinado) y se nota por sufrir una pérdida drástica y repentina de potencia. Para solucionarlo basta con recolocar el conector entre el *intercooler* y el colector de admisión y apretar la abrazadera, aunque se convertirá en un fallo recurrente si no se fija bien. Si el mismo problema reaparece con frecuencia, se recomienda cambiar las abrazaderas o la abrazadera y el conector entre el *intercooler* y el colector de admisión.

6.3.3. Humo de escape gris claro

Existen varias razones que pueden provocar el humo gris claro en el tubo de escape, las relacionadas con la alimentación y sobrealimentación pueden ser:

- Baja eficacia de los inyectores.
- La bomba inyectora de alta presión necesita una puesta a punto.
- Mal rendimiento del turbocompresor.

Para solucionar este problema de humo gris claro se precisa acudir a un taller.

6.3.4. Humo de escape negro

Al igual que en el caso de humo gris en el tubo de escape, hay varias razones posibles en relación con la alimentación y sobrealimentación que pueden generar humo negro en el tubo de escape:

- a) *Filtro del aire demasiado sucio*: hay que sustituir el filtro.
- b) *Inyectores o bomba de alta presión desajustados*: se precisa acudir al taller.
- c) *Combustible en mal estado*: hay que vaciar el depósito y el circuito de gasoil.

Actividad propuesta 6.5



Enumera las razones que pueden generar en el tubo de escape humo negro y humo gris claro.

Resumen

- El sistema de alimentación de un motor térmico se encarga de introducir en la cámara de combustión o de explosión, según el tipo de motor, el aire y el combustible:
 - En los motores de explosión se introduce aire y gasolina juntos.
 - En los motores de combustión se introduce aire y diésel por separado.
- El circuito de alimentación de combustible diésel transporta el combustible hasta la cámara de combustión con la temperatura y presión adecuadas:
 - *Zona de alta presión*: circuito de alta presión.
 - *Zona de baja presión*: circuito de baja presión.
- Los componentes del circuito de baja presión son depósito de combustible (tapón y conducto de retorno al depósito), filtro auxiliar o prefiltro, filtro principal de combustible diésel (separador de agua y sensores de temperatura y de sobrepresión), bomba de baja presión, elemento calefactor, sensor de nivel y canalizaciones de la zona de baja presión.
- Los componentes del circuito de alta presión son bomba inyectora de alta presión, sistema *common-rail*, inyectores y canalizaciones de la zona de alta presión.
- El circuito de alimentación de aire filtra aire del exterior para evitar que penetren partículas abrasivas en la cámara de combustión y a través del colector de admisión, lo introduce en dicha cámara.
- Los sistemas sobrealimentados introducen una mayor cantidad de aire y combustible en la cámara de combustión para extraer más energía en un mismo ciclo de motor.
- El accionamiento del compresor puede realizarse de tres formas principales mediante accionamiento mecánico, aprovechando la velocidad de los gases de escape o el turbocompresor y mediante un motor eléctrico.
- Las operaciones básicas de mantenimiento preventivo que pueden realizarse desde el punto de vista de la alimentación y sobrealimentación son cambio del filtro de gasoil, cambio del filtro de aire y conducción preventiva en sistemas con turbocompresor.
- Las averías más frecuentes que suelen producirse por un mal mantenimiento preventivo que pueden aparecer desde el punto de vista de la alimentación y sobrealimentación son aire en el circuito de alimentación de combustible, desconexión en canalización de admisión de aire, humo de escape gris claro y humo de escape negro.

Ejercicios propuestos



1. Define la misión del sistema de alimentación diésel.
2. Representa el circuito de alimentación de combustible.
3. ¿Qué misión tiene el inyector diésel?
4. Nombra los diferentes tipos de inyectores según el sistema de apertura del inyector.

5. Explica la misión y funcionamiento del circuito de alimentación de aire.
6. ¿De qué tres formas puede producirse el accionamiento del compresor?
7. ¿Cuál es la misión principal de los sistemas sobrealimentados?
8. ¿Qué inconvenientes presentan los motores sobrealimentados?
9. Enumera las operaciones básicas de mantenimiento preventivo que pueden realizarse desde el punto de vista de la alimentación y sobrealimentación.
10. Indica las averías más frecuentes que suelen producirse por un mal mantenimiento preventivo que pueden aparecer desde el punto de vista de la alimentación y sobrealimentación.

Supuesto práctico

Circulando con la ambulancia, Lucía nota que el motor comienza a dar tirones y finalmente se para. Al hacer un primer análisis detecta que el indicador de combustible está en nivel mínimo. Cosa que le sorprende porque al comienzo de su turno, estaba el depósito lleno.

Se pide:

- a) Determinar los motivos que han provocado esos tirones al conducir y la parada de la ambulancia.
- b) Analizar otras posibles causas que hayan podido ocurrir.

Debate en clase

Temas para debatir:

- ¿Crees que podría diseñarse algún otro método diferente a los actuales que mejorase la alimentación?
- Teniendo en cuenta que los sistemas de turbocompresor proporcionan mejores rendimientos a los motores que los otros dos sistemas vistos, ¿crees que deberían fabricarse todos los vehículos con este único sistema y eliminar los otros dos?

Considerando el sistema de alimentación y sobrealimentación del motor visto en este capítulo, sus funciones principales, tipos de compresores y componentes principales del sistema, debate con tus compañeros en clase sobre los temas que se proponen.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. En relación con el circuito de alimentación de aire, es correcto afirmar que:
 - a) Se encarga de que el aire llegue a la cámara de combustión.
 - b) Filtra el aire para asegurar que en los cilindros no penetran partículas.
 - c) Precisa de un cambio periódico del filtro de aire.
 - d) Todas las opciones son correctas.
2. En relación con el sistema de alimentación de combustible diésel, es correcto que:
 - a) Se divide entre el circuito de baja presión y el circuito de alta presión.
 - b) Utiliza el combustible como lubricante.
 - c) Introduce el diésel en la cámara de combustión en el momento, temperatura, presión y cantidad adecuados.
 - d) Todas las opciones son correctas.
3. En la zona inferior del filtro de gasoil:
 - a) El diésel se acumula por ser más denso que el agua.
 - b) El agua que arrastra el combustible se acumula por ser más densa que el diésel.
 - c) No se acumula ninguna sustancia porque agua y diésel son miscibles e inseparables.
 - d) Todas las opciones son correctas.
4. Respecto del filtro de combustible diésel, es incorrecto afirmar que:
 - a) Hay que cambiarlo de forma periódica.
 - b) Es fundamental que esté en buenas condiciones, puesto que cualquier partícula sólida que pase al circuito de alta presión puede dañar la bomba y los inyectores.
 - c) Tras cambiar el filtro hay que purgar el circuito de combustible eliminando así el aire.
 - d) Si penetra aire en el circuito de combustible diésel no importa puesto que los filtros diésel llevan siempre un sistema de purga automático.
5. En motores sobrealimentados, la energía que se necesita para comprimir el aire en la admisión:
 - a) Es energía que normalmente se desperdicia en motores atmosféricos.
 - b) Se obtiene siempre del cigüeñal.
 - c) Se obtiene siempre de los gases de escape.
 - d) Todas las opciones anteriores son incorrectas.
6. ¿Qué misión tiene el sistema de alimentación diésel en motores alternativos de cuatro tiempos?
 - a) Introducir en los cilindros el combustible.
 - b) Introducir en el colector de admisión el combustible.
 - c) Introducir en el colector de escape el combustible.
 - d) Introducir el combustible y el aire en la cámara de combustión.

7. Se denomina *motor atmosférico* a:
- a) Los motores que expulsan a la atmósfera los gases de escape sin pasar por catalizador.
 - b) Los motores que no precisan depósitos de oxígeno a presión para alimentarse.
 - c) Los motores que introducen el aire en los cilindros empleando solo la succión que se produce entre distintas zonas del motor en la admisión.
 - d) Todas las opciones son correctas.
8. Indica cuál de las siguientes afirmaciones sobre el circuito de alta presión del circuito de alimentación diésel es incorrecta:
- a) Los componentes principales son bomba de alta presión, inyector y conductos.
 - b) Introduce el diésel a alta presión (de 100 bar a 2000 bar) mediante los inyectores a la cámara de combustión.
 - c) Los inyectores que utiliza pueden ser de distinto tipo entre ellos.
 - d) Utiliza energía del cigüeñal para generar presión en el combustible.
9. En relación con el circuito de baja presión del circuito de alimentación diésel, es incorrecto afirmar que:
- a) No precisa ningún mantenimiento.
 - b) Algunos de sus componentes son depósito, bomba de baja presión y conductos.
 - c) La bomba de baja presión hace que el combustible vaya desde el depósito hasta la bomba de alta presión.
 - d) Requiere cambio periódico del filtro de combustible.
10. Por lo general, en un motor sobrealimentado es correcto afirmar que:
- a) Genera más potencia que un motor atmosférico de la misma cilindrada.
 - b) Introduce el aire a presión en la cámara de combustión.
 - c) Hace combustionar más cantidad de aire y de combustible para obtener más energía en cada ciclo de trabajo.
 - d) Todas las opciones son correctas.

SOLUCIONES:

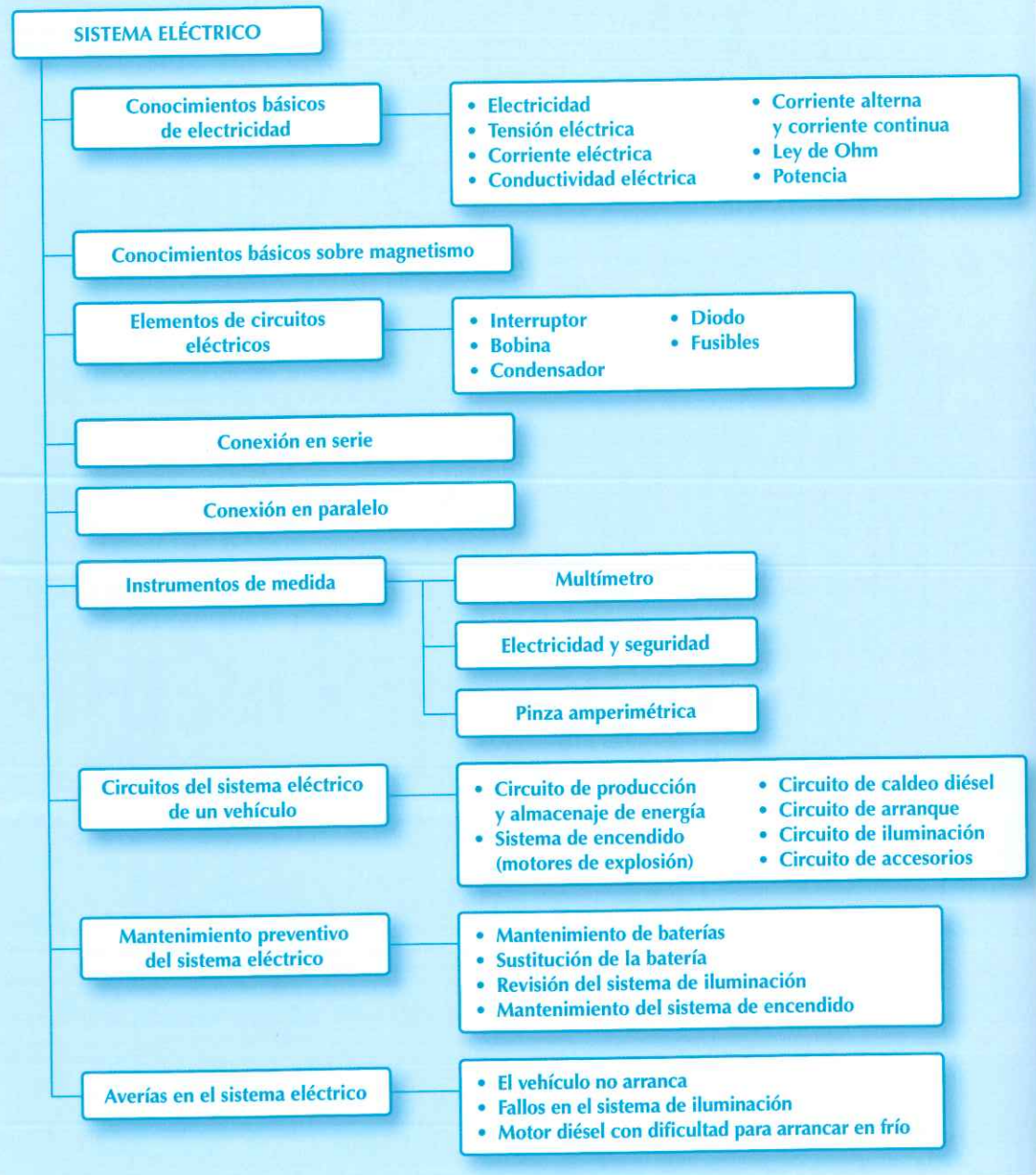
- | | | |
|---|---|--|
| 1. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | 5. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | |
| 2. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | 6. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | 9. <input checked="" type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d |
| 3. <input type="checkbox"/> a <input checked="" type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 7. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 10. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d |
| 4. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | 8. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | |

El sistema eléctrico

Objetivos

- ✓ Adquirir conocimientos básicos sobre electricidad y magnetismo.
- ✓ Aprender los elementos de un circuito eléctrico.
- ✓ Analizar las herramientas de medida y uso de los circuitos eléctricos.
- ✓ Conocer los circuitos eléctricos más importantes de los vehículos.
- ✓ Saber cuáles son las operaciones necesarias para el mantenimiento de los circuitos eléctricos.
- ✓ Identificar las averías más comunes.

Mapa conceptual



Campo magnético inducido. El que se genera en una bobina al estar sometida a la variación de un campo magnético ajeno a ella. Es decir, cuando en una bobina haya campo magnético variable, en la bobina que esté cerca de esta aparecerá un campo magnético inducido.

Dipolo magnético. Pequeña espira o distribución de corriente, definido por el campo que produce. También se define a través de una partícula elemental, como el electrón, que, al producir un campo magnético dipolar, forma un dipolo magnético, aunque no sea una corriente eléctrica propiamente dicha.

Electrodos. Conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito, como puede ser un semiconductor, un electrolito, un gas (en una lámpara de neón o argón), etc.

Inductancia. Propiedad de las bobinas, y es la relación entre el flujo magnético y la intensidad de corriente eléctrica que circula por la bobina y el número de vueltas (N) del devanado.

Llave de vaso. Tipo de llave manual empleado para utilizar vasos que realizan el apriete de elementos atornillados mediante tornillos o tuercas con cabezas hexagonales principalmente.

Material dieléctrico (aislante eléctrico). Material con una baja conductividad eléctrica ($\sigma \ll 1$), o sea, un aislante, que forma dipolos eléctricos en su interior bajo la acción de un campo eléctrico. Así, todos los materiales dieléctricos son aislantes pero no todos los materiales aislantes son dieléctricos. Ejemplos de dieléctricos: vidrio, cerámica, goma, papel, madera seca, etc.

Material ferromagnético. Material que concentra las líneas de fuerza de un campo magnético, cuando es introducido en el interior del campo. El efecto que produce es como si amplificara la capacidad magnética del campo magnético.

Oscilación sinusoidal o senoidal. Valor de la tensión de la corriente alterna a través de un tiempo continuamente variable representado en un eje cartesiano.

7.1. Conocimientos básicos de electricidad

Antes de profundizar en los circuitos eléctricos es necesario conocer los conceptos elementales de electricidad, unidades de medida, etc.

7.1.1. Electricidad

La electricidad es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y su energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos, químicos, etc.

La electricidad es originada por las cargas eléctricas, en reposo o en movimiento, y las interacciones entre ellas. Cuando varias cargas eléctricas están en reposo relativo se ejercen fuerzas electrostáticas entre ellas.

Glosario

Autoinducción. Influencia que ejerce un sistema físico sobre sí mismo a través de campos electromagnéticos variables que son consecuencia de una corriente eléctrica que circula por el sistema físico.

Las cargas eléctricas pueden ser positivas y negativas.

Los átomos que conforman la materia contienen partículas subatómicas positivas (protones), negativas (electrones) y neutras (neutrones). Como puede verse en la figura 7.1, las cargas se comportan de forma distinta dependiendo de su carga.

- Dos cargas del mismo signo se repelen.
- Dos cargas de distinto signo generan fuerzas de atracción entre ellas, se atraen.

Los electrones, en reposo, están cargados de forma neutra, es decir, tienen el mismo número de cargas positivas que negativas. Por eso, cuando un átomo gana o pierde un electrón, queda cargado eléctricamente. A estos átomos cargados se les denomina *iones*.

7.1.2. Tensión eléctrica

La tensión eléctrica, voltaje o diferencia de potencial es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. También se puede definir como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada, para moverla entre dos posiciones determinadas. Su unidad de medida el voltio (V).

7.1.3. Corriente eléctrica

La corriente o intensidad eléctrica es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe al movimiento de los electrones en el interior del material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (culombios por segundo), unidad que se denomina *amperio* (A). Por convenio, se establece que el sentido del paso de corriente es el contrario al real de los electrones que circulan. La figura 7.2 representa que, si el desplazamiento de los electrones va hacia la izquierda, el sentido de la corriente eléctrica iría hacia la derecha.

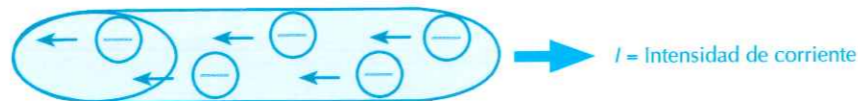


Figura 7.2
Movimiento de electrones y sentido de I .

7.1.4. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la capacidad de un cuerpo o medio para conducir la corriente eléctrica, es decir, para permitir el paso de las partículas cargadas a través de él.

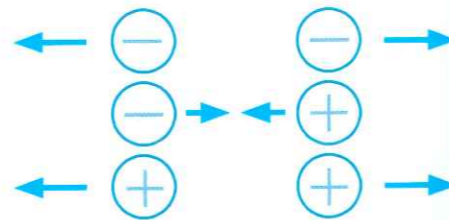


Figura 7.1
Atracción y repulsión de cargas.

Los conductores son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Los mejores conductores eléctricos son metales (cobre, aluminio, hierro, plata y sus aleaciones son los más utilizados) aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito o las disoluciones y soluciones salinas (por ejemplo, el agua de mar).

La conductividad eléctrica nos indica la facilidad con la que se transmite una corriente eléctrica a través de un material. La resistencia eléctrica es su función inversa y se mide en ohmios (Ω).

7.1.5. Corriente alterna y corriente continua

Se denomina *corriente continua* (CC; DC en inglés, de *direct current*) a una corriente eléctrica cuya magnitud y sentido se mantienen constantes en el tiempo. En la figura 7.3 se representa en azul. Con cuantificar su voltaje es suficiente para conocer su comportamiento.

Se denomina *corriente alterna* (CA; AC en inglés, de *alternating current*) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente. La forma de oscilación de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una oscilación sinusoidal, en la figura 7.3 se representa en rojo, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de oscilación periódicas, tales como la triangular o la cuadrada.

Al hablar de una corriente eléctrica alterna, viene definida por su frecuencia (número de veces que se repite un ciclo completo por segundo, o número de oscilaciones por segundo) medida en hercios (Hz) y por su amplitud (que se toma el valor máximo de voltaje, y se mide en voltios).

En una ambulancia existen ambos tipos de corriente. Casi todos sus sistemas funcionan con corriente continua proveniente de la batería, pero el circuito de carga de la batería obtiene la energía del alternador, que es un generador de corriente alterna.

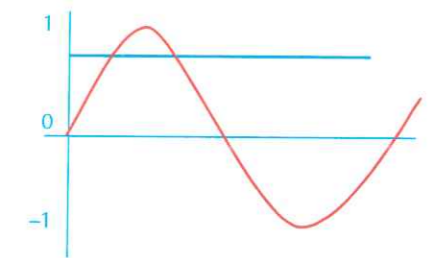


Figura 7.3
Corriente alterna y continua.

7.1.6. Ley de Ohm

La ley de Ohm nos indica la relación existente en un circuito eléctrico entre la tensión y la corriente que circula por el mismo:

$$V = I \cdot R$$

donde:

R es la resistencia eléctrica medida en ohmios.

I es la intensidad de corriente medida en amperios.

V es el voltaje medido en voltios.

7.1.7. Potencia eléctrica

La potencia eléctrica es la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt o vatio).

Cuando la corriente eléctrica fluye en un circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico. Los dispositivos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles, como en calor, luz, movimiento, sonido o incluso en procesos químicos.

Para conocer la potencia consumida por un circuito eléctrico se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$P = V \cdot I$$

donde:

P es la potencia eléctrica medida en vatios.

I es la intensidad de corriente medida en amperios.

V es el voltaje medido en voltios.

Actividad propuesta 7.1



Define los conceptos de *electricidad*, *tensión eléctrica*, *corriente eléctrica*, *conductividad eléctrica*, *corriente alterna*, *corriente continua* y *potencia eléctrica*.

7.2. Conocimientos básicos sobre magnetismo

El campo magnético es una región del espacio en la cual una carga eléctrica en movimiento sufre los efectos de una fuerza que es perpendicular y proporcional tanto a la velocidad como al valor de la carga.

El campo magnético puede producirse por:

- Imanes permanentes.
- Imanes temporales, como los electroimanes, que se comportan como imanes mientras reciben una corriente eléctrica.
- Cargas en movimiento (corriente eléctrica).



PARA SABER MÁS

- Un imán permanente está siempre formado por un dipolo magnético (polo norte y polo sur).
- Si se rompe un imán por la mitad, se obtienen dos imanes con su polo norte y sur cada uno de ellos, pero con un campo magnético de menor intensidad.

Al igual que ocurre con las cargas eléctricas:

- Un polo norte y un sur de imanes diferentes se atraen.
- Dos polos iguales de imanes diferentes sufren fuerzas de repulsión, se repelen.

En magnetismo otro factor muy importante que considerar es la fuerza de Lorentz, cuya ley afirma que toda partícula cargada eléctricamente que atraviesa un campo magnético es afectada por una fuerza perpendicular a su desplazamiento y a las líneas de fuerza del campo magnético.

Esto puede apreciarse en la figura 7.4, donde B representa la dirección y sentido del campo magnético creado por el imán; V representa la dirección y sentido de la velocidad de la partícula al atravesar el campo magnético creado por el imán; F es la fuerza resultante que aparece sobre la partícula en movimiento en el interior de un campo magnético perpendicular a su movimiento. Esa fuerza resultante también es perpendicular al movimiento y al campo magnético.

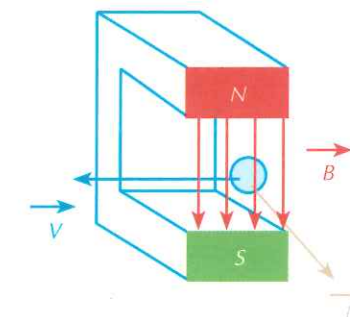


Figura 7.4
Fuerza de Lorentz.

RECUERDA

- ✓ La fuerza de Lorentz y las magnitudes que intervienen también pueden representarse con lo que comúnmente se llama *regla de la mano derecha*, que consiste en poner tres dedos de la mano derecha perpendiculares entre sí, representando cada uno de ellos un concepto diferente.

"Índice" indica la dirección y sentido del campo magnético (B); "pulgar" indica la dirección y sentido de la velocidad de la partícula (V) al atravesar el campo magnético (B); y "corazón o medio" indica la dirección y sentido de la fuerza resultante (F) que aparece sobre la partícula en movimiento (V) en el interior de un campo magnético (B).

Las cargas eléctricas en movimiento generan un campo magnético. Esto se utiliza para crear campos magnéticos en hilos y en bobinas eléctricas, que son arrollamientos de hilo o hilos conductores sobre un material ferromagnético.

Las líneas de fuerza de un imán salen de su polo norte y llegan hasta su polo sur, como se ve en la figura 7.5 y también en la 7.6.

Cuando pasa una corriente eléctrica por el interior de un hilo conductor, aparece un campo magnético en el hilo conductor perpendicular a él y al paso de corriente, de forma circular, como puede apreciarse en la figura 7.6.

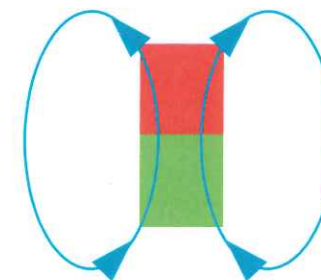


Figura 7.5
Líneas de fuerza de un imán del polo norte al sur.

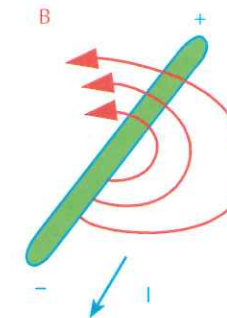


Figura 7.6
Líneas de fuerza del campo magnético.

Si la misma figura 7.6 se seccionara longitudinalmente se representaría como aparece en la figura 7.7 donde se representan los “puntos”, como si fueran las puntas de las “flechas” de B y las “X” como si fueran las partes traseras de dichas “flechas”.

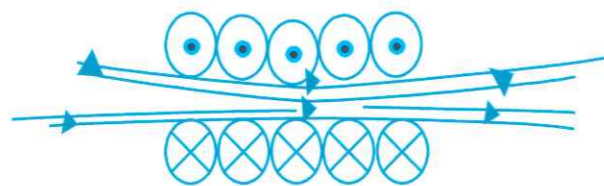


Figura 7.7
Líneas de fuerza del campo magnético seccionado.

En los vehículos, ambulancias, turismos, etc. se utilizan campos electromagnéticos en diversos elementos, que se enumeran en el cuadro 7.1.

CUADRO 7.1
Elementos de los vehículos en los que se utilizan campos electromagnéticos

Electroválvulas	Para cerrar o abrir el paso de combustible.
Relés	Para abrir o cerrar circuitos eléctricos.
Electrobombas	Bomba de cebado de combustible, bomba de líquido limpiaparabrisas, etc.
Motores eléctricos	Elevallas, limpiaparabrisas, etc.
Altavoces	Convierten la corriente eléctrica en sonido.
Generador	El alternador convierte la energía cinética del cigüeñal en energía eléctrica que proporciona a los circuitos.

Actividad propuesta 7.2



Define el concepto de *campo magnético* y comenta lo que se afirma sobre la fuerza de Lorentz, represéntala e indica los parámetros que intervienen.

7.3. Elementos de circuitos eléctricos

Son varios los componentes que conforman los circuitos eléctricos, con diversas funciones, que en conjunto hacen posible el correcto funcionamiento de los circuitos y su aplicación en el automóvil, entre otras. A continuación se detallan algunos de los más significativos.

7.3.1. Interruptor

Es un dispositivo que abre o cierra un circuito eléctrico para controlar el paso de corriente a través del circuito.

Se denomina *circuito cerrado* cuando sus dos terminales están en contacto y *circuito abierto* cuando se impide el paso de corriente entre sus terminales (figura 7.8).

Figura 7.8
Símbolo eléctrico del interruptor abierto.



7.3.2. Bobina

Un inductor o bobina es un componente eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético. Está formada por espiras (arrollamientos) de cobre, normalmente alrededor de un núcleo de material ferromagnético para que se cree en su interior un campo magnético inducido que almacene la energía. Las bobinas se oponen a cambios bruscos de corriente eléctrica.

Tipos de bobinas hay varios, pero la forma de representarlas eléctricamente se aprecia en la figura 7.9.

Figura 7.9
Símbolo eléctrico de una bobina.



7.3.3. Condensador

Un condensador es un elemento empleado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía mediante un campo eléctrico. Está formado por dos superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas separadas por un material dieléctrico (aislante eléctrico). Las placas, sometidas a una diferencia de potencial (voltaje), adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra.

Los condensadores se oponen a cambios bruscos de tensión.

En automoción, y por tanto en ambulancias se utilizan en casi todos los dispositivos electrónicos del vehículo. Su símbolo eléctrico en los circuitos es el que se aprecia en la figura 7.10.

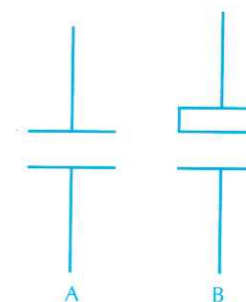


Figura 7.10
Símbolo eléctrico de un condensador.

7.3.4. Diodo

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. En los vehículos se utilizan en los circuitos electrónicos y en el alternador para transformar la corriente alterna en corriente continua. Suelen tener pequeño tamaño y existen diversos tipos de diodos.

Uno de los tipos de diodos más extendidos son los diodos led, que emiten luz cuando circula corriente por ellos. La tecnología led lleva muchos años empleándose en varios usos, principalmente como señalización. En los últimos años se está consiguiendo un gran avance puesto que también se utiliza para iluminación y presenta grandes ventajas frente al resto de tecnologías actuales:

1. Alta eficiencia energética (hasta 120 lm/W).
2. Dispositivos con larga vida útil (en torno a 50.000 horas de vida media).
3. Excelente resistencia mecánica, debido a que no usan filamento ni tubos con gases confinados por lo que resisten mejor las vibraciones y golpes.

El símbolo eléctrico del diodo led puede verse en la figura 7.11, y existen diferentes tipos.

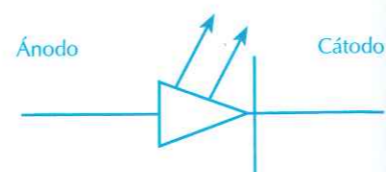


Figura 7.11
Símbolo eléctrico de un diodo led.

7.3.5. Fusibles

Son elementos destinados a proteger los sistemas eléctricos. Físicamente es un material conductor de bajo punto de fusión. Se coloca en serie con el circuito que proteger. Cuando por él circula más corriente de la requerida por el circuito, lo que indica que está fallando algo en ese circuito, el fusible se sobrecalienta y funde, quedando el circuito abierto (sin alimentación). De esta forma se consigue que la avería eléctrica no empeore, y no estropee el resto de componentes eléctricos del circuito.

Existen varios tipos de fusibles con diferentes símbolos eléctricos cada uno, como pueden apreciarse en la figura 7.12. En función de la intensidad de corriente para la cual está preparado, presenta un color u otro que se ajusta a la tabla de colores que se aprecia en la figura 7.13, y dependiendo del color, algunos ejemplos de fusibles, pueden apreciarse en la figura 7.14.

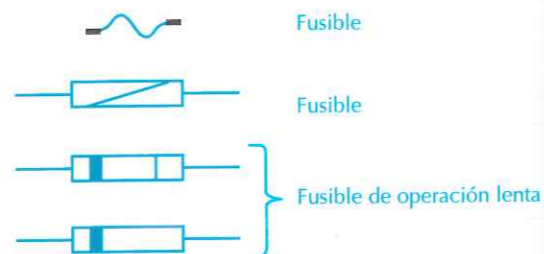


Figura 7.12
Símbolo eléctrico de los fusibles.

■	40 A → Naranja
■	30 A → Verde
■	25 A → Blanco
■	20 A → Amarillo
■	15 A → Azul
■	10 A → Rojo
■	7,5 A → Marrón
■	5 A → Beige
■	3 A → Lila

Figura 7.13
Intensidades y colores de los fusibles.



Figura 7.14
Imagen real de los fusibles.

Ejemplo

Si un fusible tiene color naranja, indica que está preparado para soportar intensidades de hasta 40 A. Si está instalado en un circuito, dicho circuito funcionará normalmente con una intensidad menor a 40 A, pero si surge un problema, como por ejemplo una subida de tensión, y la intensidad de corriente supera los 40 A, el fusible se fundirá, abriendo el circuito, evitando que el resto de componentes del circuito se estropeen. Sustituyendo el fusible por uno nuevo de las mismas características, el circuito funcionará de nuevo.

TOMA NOTA



Los fusibles están dimensionados o calculados para cada circuito y nunca deben sustituirse por otros de distinto valor:

- Poner uno de menor corriente hará que se funda sin existencia de avería, cuando el circuito en el que se encuentra funciona habitualmente.
- Si se coloca un fusible de mayor corriente puede provocarse el incendio del vehículo ya que puede quemarse el cableado o la caja de fusibles.



Actividad propuesta 7.3

Con los elementos que se han visto de los circuitos eléctricos, u otros que también conozcas, diseña dos ejemplos de circuitos eléctricos básicos, con elementos diferentes, que puedan funcionar.

7.4. Conexiones de circuitos

7.4.1. Conexión en serie

Consiste en colocar alineados, uno tras otro, los componentes de forma que la misma corriente los recorra a todos. En la figura 7.15 se aprecian los valores equivalentes de diferentes componentes eléctricos conectados en serie:

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \\
 1/C_T &= 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + 1/C_4 \\
 L_T &= L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \\
 V_T &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \\
 I_T &= I_1 = I_2 = I_3 = I_4
 \end{aligned}$$

donde:

R: símbolo de resistencia.

C: símbolo de condensador.

L: símbolo de bobina.

V: símbolo de voltaje, tensión, diferencia de potencial o ddp.

I: símbolo de intensidad de corriente eléctrica.

De lo anterior debe considerarse que en un circuito en serie:

- La intensidad total de corriente que circula por el circuito es igual a la intensidad que pasa por cada uno de los componentes del circuito.
- La resistencia eléctrica total del circuito es la suma de cada una de las resistencias eléctricas de los componentes del circuito.
- La caída de tensión producida en un circuito es la suma de cada una de las caídas de tensión que se producen en cada componente del circuito.
- En el caso de tener condensadores en serie, la inversa de la capacidad total del circuito es la suma de las inversas de las capacidades de cada condensador.
- En el caso de tener bobinas en serie, la inductancia total del circuito es la suma de las inductancias de cada bobina.

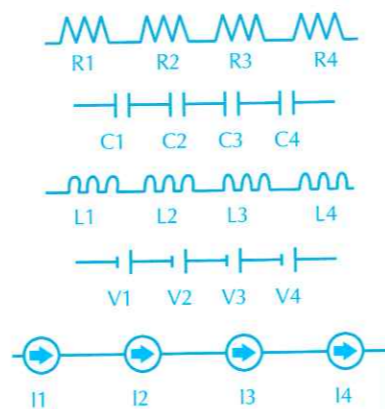


Figura 7.15
Componentes eléctricos en serie.

7.4.2. Conexión en paralelo

Consiste en conectar juntos los terminales de entrada de todos los dispositivos, así como los de salida. O, dicho de otro modo, conectar los positivos de todos los terminales, por un lado, y los negativos por otro lado. Todos los componentes comparten un mismo voltaje. En la figura 7.16 se aprecian los valores equivalentes de diferentes componentes eléctricos conectados en paralelo:

$$\begin{aligned} 1/R_T &= 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4 \\ C_T &= C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \\ 1/L_T &= 1/L_1 + 1/L_2 + 1/L_3 + 1/L_4 \\ V_T &= V_1 = V_2 = V_3 = V_4 \\ I_T &= I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \end{aligned}$$

De lo anterior debe considerarse que en un circuito en paralelo:

- La intensidad total de corriente que circula por el circuito es la suma de las intensidades que pasa por cada uno de los componentes del circuito.
- La inversa de la resistencia eléctrica total del circuito es la suma de las inversas de las resistencias de cada componente del circuito.
- La caída de tensión producida en un circuito es igual a la caída de tensión que se produce en cada componente del circuito.

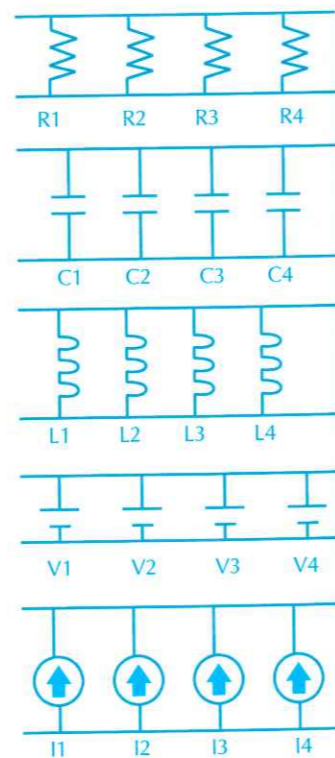


Figura 7.16
Componentes eléctricos en paralelo.

- En el caso de tener condensadores en paralelo, la capacidad total del circuito es la suma de las capacidades de cada condensador.
- En el caso de tener bobinas en paralelo, la inversa de la inductancia total del circuito es la suma de las inversas de las inductancias de cada bobina.

PARA SABER MÁS

Aparte de la conexión en serie o en paralelo, los elementos de un circuito eléctrico pueden estar conectados entre sí de forma mixta, es decir, unos elementos están conectados entre sí en serie y otros en paralelo.



Actividad propuesta 7.4

Representa dos circuitos con elementos conectados entre sí en serie (resistencias, condensadores, bobinas) y otros dos en paralelo, con elementos diferentes entre ambos y empleando los elementos que precises para que dichos circuitos puedan funcionar (alimentadores, actuadores, etc.).

7.5. Instrumentos de medida

Para medir las magnitudes eléctricas que intervienen en los circuitos eléctricos se disponen de dos instrumentos, multímetro y pinza amperimétrica.

7.5.1. Multímetro

También se conoce como polímetro, y es un instrumento de medida que agrupa diversos instrumentos de medida (voltajes, intensidades, resistencias, continuidad eléctrica, etc.). Dispone de varios terminales y un selector de función de medida. Dependiendo de la magnitud por medir habrá que utilizar unos terminales u otros y mover el selector a la posición correcta.

El multímetro tiene dos cables para realizar las medidas:

- El cable negro se conecta al terminal común (COM) y será el polo negativo.
- La posición del cable rojo es para conectar el dispositivo en serie o en paralelo, y se colocará en el conector adecuado, dependiendo de la magnitud que se desee conocer.



Figura 7.17
Multímetro.

La figura 7.17 muestra un multímetro, con su *display*, su selector y sus conectores.

Para medir cada una de las posibles magnitudes que permite el multímetro, se deben seguir las siguientes consideraciones en cada caso:

- Medición de voltajes:** el cable rojo se conecta en el terminal paralelo (señalizado como V, Ω). El selector de funciones se coloca en voltaje, escogiendo si es voltaje de corriente alterna o continua.
- Medición de resistencias:** es similar a la medición del voltaje. El cable rojo se conecta en el terminal paralelo (señalizado como V, Ω). El selector de funciones se coloca en ohmios (Ω).
- Medición de corrientes:** el terminal rojo se coloca en el terminal serie del multímetro (señalizado con la letra A). Se abre el circuito en el lugar cuya corriente se desea conocer y se colocan los cables de medida para cerrar el circuito. La corriente circulará a través del multímetro y registrará su valor.

7.5.2. Pinza amperimétrica

Es un dispositivo utilizado para medir corrientes de forma no invasiva. La corriente, al ser partículas cargadas en movimiento, genera un campo magnético cuando pasa por un hilo conductor. La pinza amperimétrica detecta la intensidad de ese campo magnético e indica en el *display* la corriente que lo provoca.

La pinza amperimétrica suele medir corrientes alternas y algunas son también capaces de medir corriente continua. Para realizar la medida, se abre la pinza y se rodea con ella el cable o componente del que se desea conocer la corriente. Con el selector se escoge el tipo de corriente por medir (alterna o continua) y la escala (valor máximo de la corriente que medir). Aparecerá la medida en la pantalla o *display*.

La figura 7.18 muestra una pinza amperimétrica con su *display* y su selector. Existen pinzas que también presentan los conectores para colocar los cables rojo y negro, igual que un multímetro.



Figura 7.18
Pinza amperimétrica.



TOMA NOTA

Electricidad y seguridad

Independientemente del instrumento de medida empleado, siempre que se habla de electricidad hay que tener muy presente una serie de recomendaciones o consideraciones, para evitar problemas:

- El cuerpo humano, desde el punto de vista de un circuito eléctrico, puede considerarse como una resistencia. Si se aplica un voltaje entre dos puntos del cuerpo humano, circulará una corriente que viene determinada por la ley de Ohm. La resistencia del cuerpo humano varía entre decenas de kilohmios a varios megohmios, dependiendo de los tejidos y, sobre todo, el contacto y la humedad de la piel.
- Los tejidos del cuerpo humano pueden sufrir daños cuando por él circula una corriente mayor de 30 mA. La gravedad de los daños dependerá de la corriente que circule, el tiempo que dure la descarga y las zonas por las que la corriente pase.
- En general se considera voltaje peligroso a partir de 50 V. A partir de dicho valor será necesario utilizar guantes y herramientas adecuadas para trabajar con electricidad.

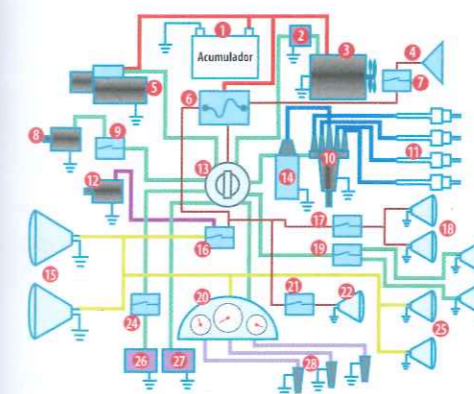


Actividad propuesta 7.5

Según lo visto en este apartado sobre la pinza amperimétrica y el multímetro, comenta las principales diferencias y similitudes entre ambos.

7.6. Circuitos del sistema eléctrico de un vehículo

El esquema general de los circuitos eléctricos de un vehículo puede resultar algo complejo, y de forma simplificada puede apreciarse en la figura 7.19.



- Batería.
- Regulador de voltaje.
- Generador.
- Bocina o claxon.
- Motor de arranque.
- Caja de fusibles.
- Interruptor de claxon.
- Prestaciones de potencia que funcionan con el interruptor de encendido conectado y con interruptor propio; ejemplo: elevalunas, limpiaparabrisas, etc.
- Representa los interruptores de las prestaciones 8.
- Distribuidor.
- Bujías.
- Representa las prestaciones de potencia que funcionan sin el interruptor de encendido; ejemplo: seguros de las puertas, cierre del maletero, etc.
- Interruptor de encendido.
- Bobina de encendido.
- Faros de luz de carretera delanteros.
- Interruptor de faros de luz de carretera.
- Interruptor de faros de luz de frenos.
- Luces indicadoras de frenado.
- Interruptor-permutador de faros de vía (intermitentes).
- Tablero de instrumentos.
- Interruptor de lámpara de cabina.
- Lámpara de cabina.
- Intermitentes.
- Interruptor de prestaciones especiales.
- Luces de carretera traseras.
- Representa las prestaciones especiales que solo funcionan con el interruptor de encendido conectado; ejemplo: radio, antenas eléctricas, etc.
- Sistema de inyección de gasolina.
- Sensores de instrumentos del tablero.

Figura 7.19

Esquema general de los circuitos eléctricos de un vehículo.

Se ha representado el cableado con diferentes colores según el criterio que se indica en el cuadro 7.2.

CUADRO 7.2
Representación del cableado por colores

Color del cable	Qué representa
Rojo	Conexiones directas al acumulador sin protección de fusibles.
Marrón	Conexiones alimentadas a través de fusibles de protección. Estos fusibles y sus circuitos correspondientes pueden ser múltiples, aunque en el esquema se representan como uno solo. Cuando la potencia eléctrica lo requiere se utilizan relés que no han sido representados.
Verde	Circuitos alimentados desde el interruptor de encendido (llave de contacto). Estos circuitos solo tienen tensión eléctrica cuando la llave de contacto está conectada.
Azul	Cables de alta tensión del sistema de encendido.

Se pueden dividir los circuitos eléctricos de un vehículo según la función que cumplen:

- Circuito de producción y almacenaje de energía.
- Circuito de encendido del motor (motores de explosión).
- Circuito de caldeo diésel.
- Circuito de arranque.
- Circuito de iluminación.
- Circuito de accesorios: climatización, radio, mechero, etc.

Este análisis del esquema general en circuitos menores ayuda a comprender y conocer mejor la misión y componentes que conforman cada uno de ellos.

Según esta última división, a continuación se analizarán cada uno de los circuitos.

7.6.1. Circuito de producción y almacenaje de energía

Se encarga de alimentar al resto de circuitos con tensión continua (normalmente de 12 V CC).

Está formado por batería, alternador y regulador.

Cuando el motor térmico está funcionando, el alternador es el que proporciona la electricidad a los circuitos y carga la batería. Cuando el motor térmico está parado es la batería la que alimenta los circuitos eléctricos que funcionan con el motor térmico parado.

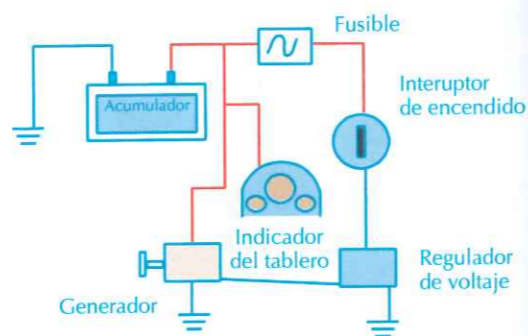


Figura 7.20
Circuito de producción y almacenaje de energía.

La figura 7.20 representa el circuito de producción y almacenaje de energía.



Actividad propuesta 7.6

¿Qué crees que pasaría si en un circuito de producción y almacenaje de energía se eliminara o fundiera el indicador del tablero de instrumentos o el fusible que lo protege? ¿Podría arrancar el vehículo? De poder arrancar, ¿el resto de circuitos funcionarían correctamente? Razona tu respuesta.

A) Batería

Se denomina *batería eléctrica* al dispositivo que almacena energía eléctrica para posteriormente devolverla casi en su totalidad. La energía se almacena y entrega usando procedimientos electroquímicos en ciclos de carga y descarga que pueden repetirse un número de veces limitado.

En los automóviles, y por tanto en ambulancias, las baterías más utilizadas son las de plomo-ácido sulfúrico. Estas baterías están formadas por 6 celdas o vasos de ácido-plomo conectadas en serie. El voltaje de una celda de batería plomo-ácido es de alrededor de 2,2 V por celda. Se suelen utilizar en grupos de 3 celdas (batería de 6V), de 6 celdas (baterías de 12 V), de 12 celdas (baterías de 24 V), conectadas en serie.



PARA SABER MÁS

Cada vaso de una batería posee 2,2 V, por lo que si tiene 3 vasos, tendrá 6,6 V, 6 vasos tendrá 13,2 V, etc. Habitualmente las baterías se comercializan clasificándolas en baterías de 6 V, de 12 V, de 24 V, etc., aunque los voltios reales sean ligeramente superiores a dichos valores comerciales.

Las baterías de vehículos convencionales son de 6 vasos, conectados en serie unos con otros. Es decir, el polo negativo del primer vaso se conecta con el polo positivo del segundo, el negativo del segundo vaso con el positivo del tercero, y así sucesivamente. De tal forma, que quedan libres, sin conectar con otros polos, el polo positivo del primer vaso y el polo negativo del último vaso. Esos son los bornes que se ven exteriormente en las baterías, y que suelen identificarse con las marcas + y - junto a ellos.

Cada uno de esos vasos está compuesto por un borne positivo y otro negativo, conectados entre sí en paralelo. Dichos vasos, en forma de placas, están recubiertos de una sustancia adhesiva que se llama *materia activa*, que, junto con el líquido que contiene la batería y baña los vasos, llamado *electrolito*, que es una mezcla de ácido sulfúrico y agua destilada, facilitan las reacciones químicas que se producen en la carga y en la descarga de la batería.

Las placas de las baterías están apoyadas sobre unos soportes elevados que dejan un pequeño espacio hasta la base de esta. Dicho espacio es para permitir que cuando la materia activa se va desprendiendo, por el uso de la batería, los restos se depositen en esos surcos, evitando cortocircuitos.

RECUERDA

- ✓ Los vasos de una batería se conectan entre sí en serie.
- ✓ Dentro de cada vaso, el borne negativo y el positivo se conectan entre sí en paralelo.

La vida útil de las baterías depende de diversos factores, pero en general su rendimiento va decreciendo proporcionalmente al tiempo y a la temperatura media a la que suele estar expuesta la batería.

En la figura 7.21 se puede apreciar que si la batería está en climas con 20 °C de media, puede utilizarse durante 24 meses aproximadamente, llegando su rendimiento cercano al 50%.

Por el contrario, si la misma batería está en climas con 40 °C de media, puede utilizarse únicamente 6-7 meses aproximadamente.

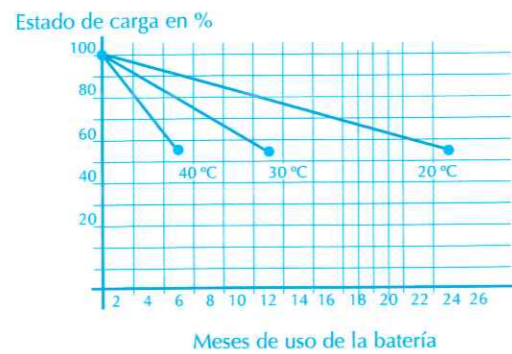


Figura 7.21
Estado de carga y vida útil de la batería.

Las baterías sufren reacciones químicas aunque estén en reposo y se produce el fenómeno de la autodescarga, que es el fenómeno de descarga que las baterías sufren, incluso en reposo, y que depende en gran parte de la temperatura a la que se encuentran. A más temperatura más rápido se descargan.

El fabricante de baterías indica la capacidad de las baterías en amperios · hora (Ah). Esta medida indica la cantidad de corriente que se puede extraer de una batería cargada hasta que esta queda descargada, y durante cuánto tiempo se puede extraer. Si se extrae más corriente, se puede hacer durante menos tiempo que si esta se extrae lentamente. Se trata de una relación lineal (amperios × tiempo = constante).

Ejemplo

Si una batería tiene una capacidad de 60 Ah, indica que esa batería puede suministrar:

- 60 A en 1 hora, quedando entonces descargada.
- 1 A en 60 h, quedando entonces descargada.
- 2 A en 30 h, quedando entonces descargada.
- Y el resto de combinaciones cuyo producto sea 60.

Siendo una relación inversamente proporcional.

A veces la capacidad de la batería viene dada en vatios/hora, que es la cantidad de potencia que la batería puede suministrar en una hora. Se puede pasar de una magnitud a otra conociendo la tensión de la batería puesto que $P = I \times V$.

Ejemplo

Una batería de 60 Ah de 12 V podrá entregar $\rightarrow 60 \times 12 = 720$ vatios durante una hora. A la inversa también se puede calcular: una batería de 720 Wh de 12 V podrá entregar $\rightarrow 720/12 = 60$ Ah.

Como todos los componentes eléctricos, las baterías presentan ciertas ventajas e inconvenientes. Entre las ventajas se pueden destacar que son baratas de producir y que su autodescarga es moderada. Respecto a las desventajas se puede afirmar que:

- No admiten descargas profundas.
- No admiten carga rápida.
- Pueden proporcionar baja densidad de energía: 30 Wh/kg.
- Son muy contaminantes.



Actividad propuesta 7.7

Suponiendo que llega la hora de sustituir la batería de la ambulancia y dicha operación te la encargan a ti por tu profesionalidad y conocimientos eléctricos, ¿qué factores tendrías en cuenta para escoger un tipo u otro? Una vez considerados los factores que obligatoriamente debe cumplir la batería nueva, ¿en qué otro parámetro te fijarías para comprar una u otra?

B) Alternador

Un alternador es una máquina eléctrica capaz de transformar energía mecánica (energía cinética) en energía eléctrica, generando una corriente alterna mediante inducción electromagnética. El rotor del alternador está unido mediante una correa al cigüeñal. El rotor tiene una bobina alimentada por unas escobillas, y al moverse genera un campo magnético móvil que produce un campo eléctrico en el estátor. Dicho estátor es una bobina que no gira y que rodea al rotor. El campo eléctrico inducido en el estátor es el que proporciona la energía eléctrica para el resto de circuitos. Los alternadores actuales incluyen en su interior un puente de diodos que transforma la corriente alterna trifásica generada por el alternador en corriente continua, que es la que se emplea en los circuitos alimentados por el alternador.

C) Regulador

Es el encargado de alimentar al rotor con tensión controlada para que la salida del estátor no sea demasiado alta, ya que si el alternador genera demasiada tensión, existiría más voltaje del necesario en los circuitos eléctricos provocando averías.

En la figura 7.22 se puede apreciar el esquema eléctrico del alternador, donde se ve el regulador, las bobinas del estátor y del rotor y el puente de diodos. En este caso de 9 diodos, aunque los hay de 3, 6, 12, etc.

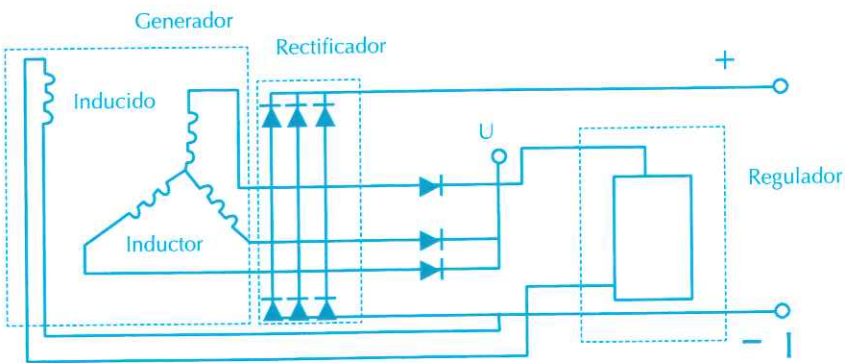


Figura 7.22
Esquema eléctrico del alternador.

7.6.2. Sistema de encendido (motores de explosión)

Los motores de explosión necesitan un arco eléctrico para iniciar la explosión de la mezcla de gasolina y aire. El sistema de encendido es el encargado de producir la chispa en el momento adecuado para cada cilindro del motor.

El circuito de un sistema de encendido tradicional es el reflejado en la figura 7.23.

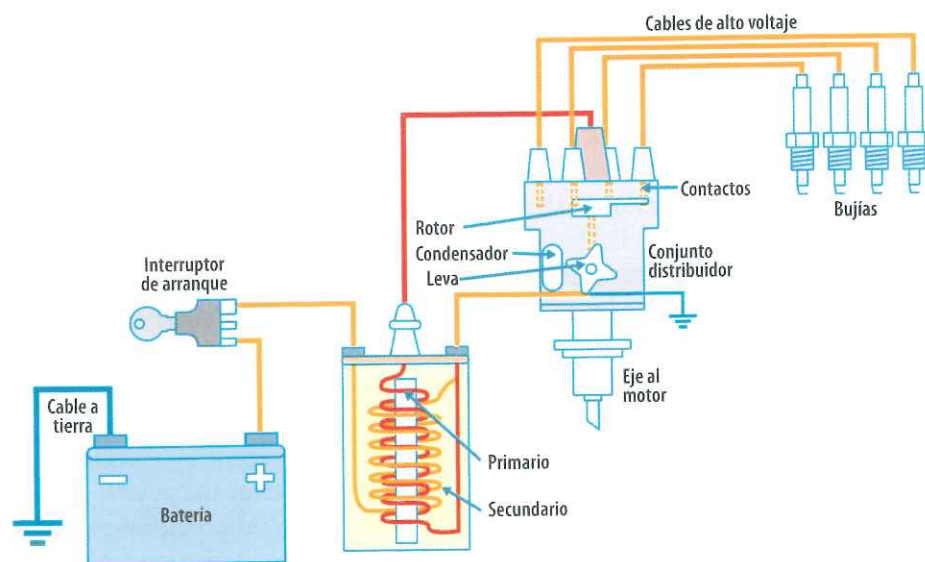


Figura 7.23
Sistema de encendido (motores de explosión).

La bobina está formada por dos bobinas acopladas (transformador) y genera la alta tensión necesaria para provocar la chispa en la bujía. El distribuidor recibe la alta tensión de la bobina

y gira conectado con el cigüeñal de forma que aplica la alta tensión a la bujía que tiene que actuar en cada momento.

Este sistema de encendido es mecánico y sufre desgastes. Actualmente se suele sustituir por sistemas electrónicos que sufren menos desgastes y averías. Los sistemas electrónicos de encendido permiten aplicar varias descargas en la bujía por ciclo de trabajo, evitando así fallos de encendido, porque si fuera una única chispa y no se produjera, no se produciría la explosión en ese cilindro. No requieren calibración periódica.

El arco eléctrico que inicia la explosión se produce en la bujía. El bloque motor está en contacto con el polo negativo de la batería y sirve para conectar el electrodo de masa de la bujía. El electrodo central se conecta al positivo de alta tensión y la chispa salta de un electrodo a otro en el momento adecuado.

Hay varios parámetros que indican la bujía adecuada para cada motor: el tamaño y la forma de la bujía, por un lado, y el material de los electrodos y el grado térmico, por otro.

El grado térmico de la bujía indica la facilidad con la que la bujía pasa el calor recibido en el interior del cilindro hacia el bloque motor y la enfría:

- Si la bujía se calienta demasiado, es decir, que extrae el calor con dificultad, puede producir el encendido prematuro de la mezcla.
- Si la bujía se enfría demasiado, es decir, que deja salir demasiado calor hacia el bloque, la suciedad que la rodea se le deposita, se acumula y no se quema, con lo que la chispa no se produce de forma adecuada.

En relación con esto, se denominan:

- Bujías calientes:* las que están muy aisladas térmicamente, es decir, que dejan salir poco calor.
- Bujías frías:* las que están poco aisladas térmicamente, es decir, que dejan salir mucho calor.



Actividad propuesta 7.8

Conociendo el funcionamiento del circuito de encendido descrito para motores de explosión, ¿se podría aplicar el mismo circuito, adaptándolo al circuito de calentadores de motores diésel?, ¿sería útil o funcional hacerlo? Razona la respuesta.

7.6.3. Circuito de caldeo diésel

Los motores diésel necesitan que la temperatura de la cámara de combustión sea la adecuada para que se inicie la combustión en el momento adecuado.

Para ello, cuando el motor está frío dispone de unas bujías de incandescencia o calentadores que actúan calentando la cámara de combustión en el arranque. Algunos motores sobrealimentados pueden arrancar sin calentadores, pero también los llevan para evitar humos durante el proceso.

Dependiendo del vehículo, los calentadores pueden conectarse:

1. En serie, de forma que si uno se funde ninguno actúa.
2. En paralelo, tendencia más actual, para que el vehículo pueda arrancar, aunque con dificultades, en el caso de que se funda uno de los calentadores.

En función de cómo están conectados entre sí, cada calentador estará sometido a una tensión u otra:

- Si la conexión es en paralelo, los calentadores trabajan a 12V cada uno.
- Si la conexión es en serie, cada uno de ellos trabajará a equis voltios. Dependiendo del número de cilindros, existirá un número determinado de calentadores, en tal caso, para conocer la tensión a la que está sometido cada uno, basta con dividir 12V (de la batería) entre el número de calentadores.

Actividad propuesta 7.9



Determina en cada caso la tensión a la que está sometido cada calentador:

- a) Circuito con cuatro calentadores en serie instalados en una ambulancia cuya batería principal es de 12 V.
- b) Circuito con cuatro calentadores en paralelo instalados en una ambulancia cuya batería principal es de 12 V.

7.6.4. Circuito de arranque

El circuito de arranque es el encargado de iniciar el movimiento del motor térmico hasta que este es capaz de generar energía mecánica.

Cuando se gira el contacto, se alimenta un relé que cumple dos funciones: alimentar al motor de arranque y conectar mecánicamente el eje del motor de arranque con el cigüeñal.

En la figura 7.24 se puede apreciar el esquema eléctrico del circuito de arranque con todos los componentes.

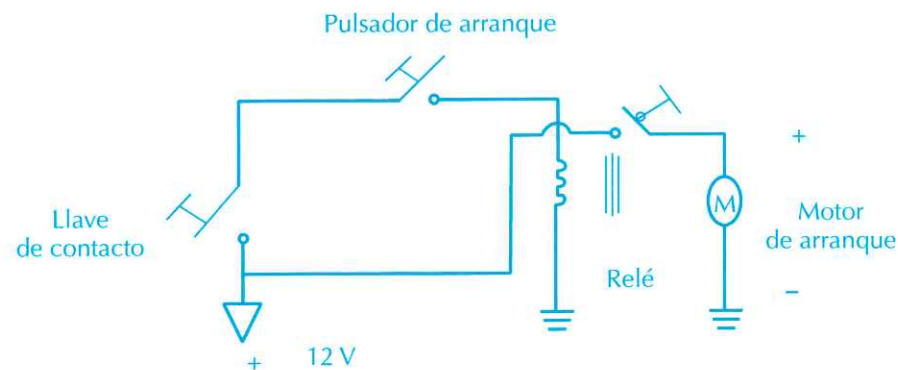


Figura 7.24
Circuito de arranque.

El motor de arranque, como elemento principal de este circuito, tiene que generar una potencia muy alta durante cortos periodos de tiempo, el tiempo que tarda el motor térmico en arrancar. Si se acciona de forma prolongada se sobrecalienta y estropea. Si el motor térmico está muy frío y le cuesta arrancar, se realizarán intentos repetidos de corta duración.

La figura 7.25 muestra todos los componentes de un motor de arranque.

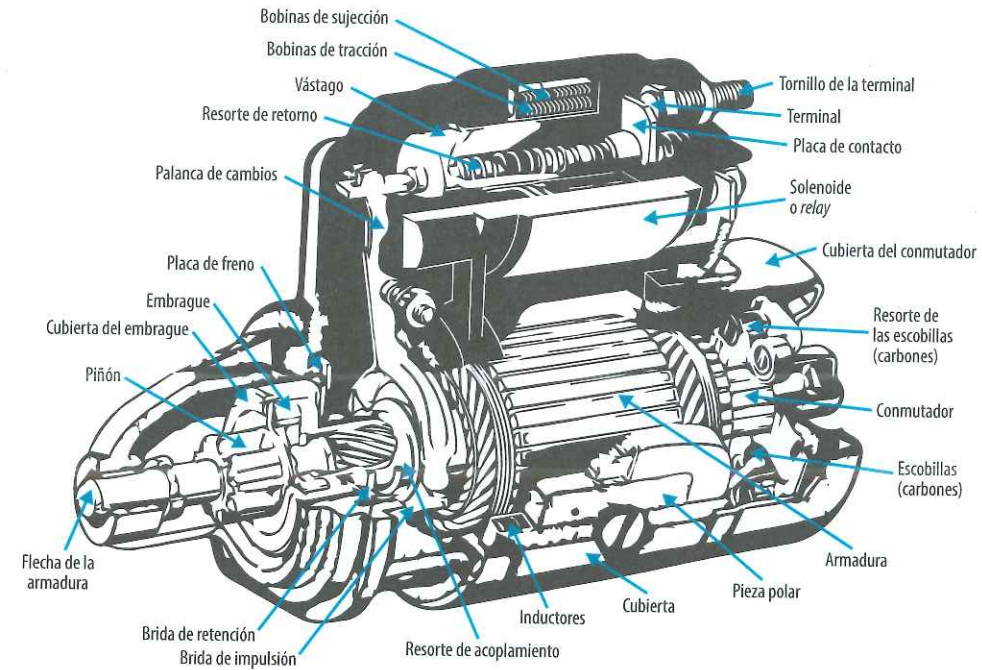


Figura 7.25
Componentes de un motor de arranque.

Actividad propuesta 7.10



¿Qué crees que pasaría si en el circuito de arranque de la ambulancia se eliminara el pulsador de arranque o el relé? ¿Podría arrancar el vehículo? De poder arrancar, ¿el resto de circuitos funcionarían correctamente? Razona tu respuesta.

7.6.5. Circuito de iluminación

El circuito de iluminación es el encargado de convertir la energía eléctrica del vehículo en luz destinada a señalización e iluminación.

Cada vez es más frecuente la utilización de circuitos electrónicos de control en el sistema de iluminación del automóvil, de esta forma, en un vehículo actual es frecuente encontrar avances como que las luces de carretera se apaguen solas si el conductor las deja encendidas cuando abandona el vehículo, o que las luces de cortesía estén dotadas de temporizadores para mantenerlas encendidas un tiempo después de cerradas las puertas.

Las lámparas de incandescencia y halógenas, las más extendidas actualmente, están formadas por un filamento que se calienta por el paso de la corriente eléctrica emitiendo luz. Disponen de dos contactos, uno de ellos conectado permanentemente al polo negativo de la batería y el otro que controla el encendido de las mismas al conectarles 12 V. En el circuito de la figura 7.26 se ve de forma esquemática que el polo positivo de la batería (cable de color rojo [1]) pasa por fusibles de protección (2) y uno o varios interruptores de control (3, 4, 5, 6, 7 y 8). Los faros y lámparas están diseñados para emitir una cantidad de luz en la dirección adecuada, por lo que los repuestos deben ser del mismo tipo que la lámpara por reemplazar. En el manual del conductor se encuentra el modelo de lámpara adecuada para cada caso y también la potencia eléctrica que consumen.

En la figura 7.27 se pueden apreciar ejemplos de los tipos de lámparas existentes en vehículos como ambulancias.

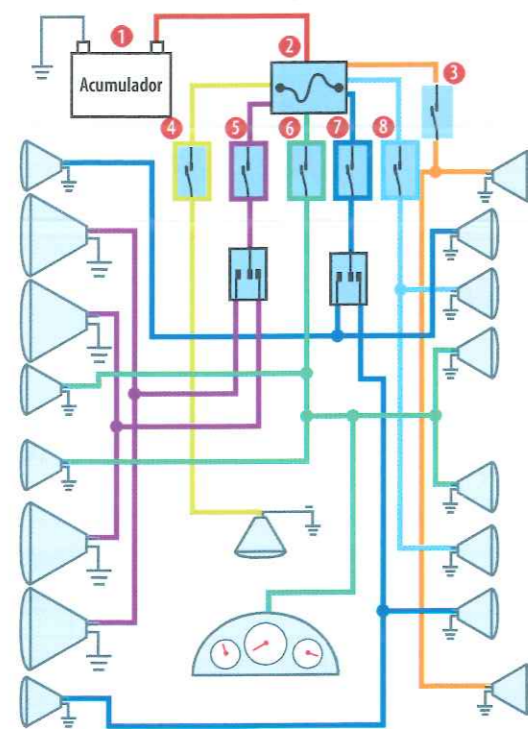


Figura 7.26
Circuito de iluminación.

7.6.6. Circuito de accesorios

Dicho nombre se asigna al resto de circuitos encargados de hacer funcionar los accesorios del mismo. Habitualmente suelen ser circuitos protegidos por fusibles en su alimentación de batería y suelen referirse a los circuitos del equipo de sonido, la emisora de radio, la luneta térmica, la calefacción, el aire acondicionado o la climatización, el cierre centralizado, el elevavinas eléctrico, las luces y los focos especiales, el limpiaparabrisas, los equipos de electromedicina, la nevera y otros.



Figura 7.27
Modelos de lámparas de un vehículo.

Existen circuitos alimentados directamente desde la batería y otros que pasan por la llave de contacto. En general, cada circuito llevará su fusible de protección independiente.

7.7. Mantenimiento del sistema eléctrico

Al igual que todos los sistemas de la ambulancia, el sistema eléctrico requiere un correcto mantenimiento para evitar problemas mayores.

Entre las operaciones de mantenimiento que se pueden realizar, se destacan las siguientes.

7.7.1. Mantenimiento de baterías

La vida útil de las baterías es limitada ya que se degradan por varios motivos:

- *Envejecimiento natural.*
- *Permanecer con baja carga:* si están mucho tiempo con carga baja, la superficie de las placas de plomo se sulfata y la batería va perdiendo capacidad.
- *Ciclos de descarga profundos:* la vida útil de las baterías y su capacidad se reduce si sufren descargas superiores al 80%. Si se prevé que habrá descargas profundas se deberán emplear baterías específicas.
- *Nivel bajo de agua:* especialmente las baterías con mantenimiento pierden agua durante cargas y descargas rápidas. Es necesario rellenar hasta el nivel adecuado con agua destilada.

Si el vehículo va a estar parado durante meses se recomienda desconectar los bornes de la batería y realizar la carga de la misma una vez cada 6 meses.

Si se trata de una batería con mantenimiento, habrá que comprobar el nivel de electrolito periódicamente y rellenar con agua destilada las celdas o vasos que estén bajas hasta llegar al nivel indicado, mediante una línea de nivel mínimo y otra de nivel máximo. Cada celda de la batería dispone de un tapón en su parte de arriba a tal efecto.

7.7.2. Sustitución de la batería

Si la batería ha perdido por envejecimiento demasiada capacidad será necesario sustituirla, instalando una batería del mismo tipo, fijándose en:

- El voltaje.*
- Su capacidad:* misma cantidad de amperios por hora
- Sus dimensiones:* debe entrar en el soporte para alojarla.
- El lado en el que están los terminales positivo y negativo:* en muchos vehículos los cables de conexión son cortos siendo necesario fijarse si tienen el positivo en el lado izquierdo o derecho.

Para sustituirla deben seguirse los siguientes pasos:

1. Quitar la llave del contacto: no debe existir consumo de ningún sistema del vehículo para evitar, en lo posible, chispas al soltar los terminales.
2. Desconectar el polo negativo de la batería (cable negro, símbolo -).
3. Desconectar el polo positivo de la batería (cable rojo, símbolo +).
4. Soltar el tornillo o sistema de fijación de la batería a su soporte.
5. Extraer la batería y colocar la nueva.
6. Colocar el sistema de fijación de la batería a su soporte, el terminal positivo y por último el negativo.
7. Comprobar que los terminales están firmemente sujetos.

7.7.3. Revisión del sistema de iluminación

Periódicamente hay que revisar el estado de todas las luces de iluminación y señalización. Las lámparas son elementos con vida útil limitada tanto por el uso como por las vibraciones que reciben. Para revisarlas todas se accionará cada lámpara conectando cada circuito y se comprobará su correcto funcionamiento. Si alguna lámpara no funciona correctamente se procurará determinar el origen del fallo y solucionarlo.

Hay ciertas lámparas en ambulancias que se ven de color naranja, como el caso de los intermitentes y dicho color se puede conseguir mediante un filtro naranja en la misma lámpara. Este filtro se deteriora y la luz resultante se vuelve blanquecina, con lo que el vehículo no señala correctamente, considerándose fallo grave en ITV. Es necesario sustituir la lámpara.

7.7.4. Mantenimiento del sistema de encendido

Desde el punto de vista eléctrico, en vehículos con motor de explosión es necesario sustituirlo periódicamente puesto que los arcos eléctricos deterioran los electrodos con el uso. La periodicidad del cambio varía de unos 10.000 a 80.000 km, dependiendo del tipo de bujía, del material de los electrodos, etc., y aparecerá en el manual de usuario del vehículo. Se deben cambiar todas las bujías a la vez, siendo el procedimiento de cambio sencillo, como se detalla a continuación:

1. Con el motor apagado, quitar el conector de la bujía, una a una para no confundir los cables de los diferentes cilindros.
2. Limpiar con un pincel la suciedad que hay alrededor de la bujía.
3. Con una llave de vaso extraer la bujía, girando en sentido antihorario.
4. Colocar la nueva bujía enroscándola con la mano y con cuidado para no estropear la rosca. Finalizar el apriete con la llave de vaso.
5. Conectar su cable de alta tensión.

Actividad propuesta 7.11



Describe el procedimiento que se debe seguir para sustituir la batería de una ambulancia, e indica los parámetros en los que hay que fijarse para escoger la batería adecuada.

7.8. Averías comunes del sistema eléctrico

Como se ha visto ya en este libro en capítulos anteriores, las averías de los diferentes sistemas siempre se enfocan desde un punto de vista del mal mantenimiento preventivo. Siendo así, se detallan a continuación algunas averías frecuentes.

7.8.1. El vehículo no arranca

Si no arranca un vehículo, como una ambulancia, puede deberse a varias causas eléctricas. Las más típicas se detallan seguidamente.

A) Batería descargada

Hay muchas razones por las cuales puede haber problemas en el arranque, siendo lo más habitual que la batería esté descargada. Si la descarga es total, se notará porque el motor de arranque no gira y las luces del cuadro se apagan al accionar el contacto. Lo más probable es que la avería en la batería sea grave y habrá que sustituirla. Si el motor de arranque es accionado pero con poca fuerza, el motor tampoco podrá arrancar.

Lo primero es averiguar por qué se ha descargado la batería, siendo posibles varias opciones:

- a) *Puede que alguna luz se haya quedado encendida:* se comprueba si está conectada alguna luz exterior o de cortesía, quizá por una puerta mal cerrada, etc., para descartar el resto de fallos.
- b) *El vehículo ha estado demasiado tiempo sin arrancar y la batería ha sufrido autodescarga:* dependiendo de la antigüedad de la batería y de la temperatura, las baterías pierden carga eléctrica.
- c) *Hay una avería eléctrica que ha provocado la descarga:* con el contacto quitado y las luces apagadas el consumo de corriente ha de ser cero. Para comprobarlo se desconecta el polo positivo de la batería y se conecta el polímetro en medición de corriente, es decir, en amperios de corriente continua en el selector de función y el cable rojo en la posición serie marcada con una "A". Si hay paso de corriente hay que encontrar qué circuito está descargando la batería. Un procedimiento para encontrar el circuito buscado es que una persona compruebe la lectura del medidor y otra vaya quitando los fusibles de cada circuito y volviéndolo a poner en su lugar tras la comprobación.
- d) *El sistema de carga de batería no está actuando:* si el circuito de producción de electricidad no funciona, los sistemas eléctricos del vehículo sacan la energía de la batería cuando el motor está en marcha, con lo que se va agotando su carga. Hay varias razones que pueden hacer que el circuito de carga no funcione correctamente:
 - *Se ha roto o soltado la correa de accesorios:* si la correa no mueve el alternador, no se produce corriente eléctrica. Si se ha soltado hay que colocarla y revisar la tensión de la correa. Si se ha roto hay que sustituirla.
 - *Se ha estropeado el alternador o los diodos rectificadores:* hay que repararlo o sustituirlo.
 - *Cableado del alternador a la batería suelto:* no llega la corriente generada a la batería, colocar los cables correctamente.

- e) *Los terminales de la batería no están bien conectados:* si los terminales de la batería no se conectaron correctamente, las vibraciones pueden llegar a soltar alguno de ellos y ese mal contacto evita el paso correcto de corriente a los circuitos del sistema eléctrico.

Una vez reparada la avería se intenta arrancar el vehículo. Si la batería no tiene carga suficiente para arrancar se puede hacer un "puente" con otra batería para arrancar el vehículo.

B) Otras causas por las que el vehículo no arranca

Si la batería está en buen estado y el vehículo no arranca, el problema puede seguir estando en el sistema eléctrico y deberse a factores diversos, como pueden ser:

1. *Un problema en el relé del motor de arranque:* habrá que sustituirlo en el taller.
2. *Desgaste en las escobillas del motor de arranque:* será necesario acudir al taller.
3. *Problemas en el circuito de encendido de los motores de explosión, que pueden deberse a:*
 - *Problemas en bujías:* pueden estar sucias o deterioradas por el uso: habrá que revisar o cambiar en el taller.
 - *Problemas en el sistema de generación de alta tensión, principalmente debido a que la bobina esté rota:* habrá que sustituirla acudiendo al taller.
4. *Problemas en calentadores de motores diésel:* se describe más adelante ("motor diésel con dificultad para arrancar en frío").

C) Realizar un puente entre las baterías de dos vehículos

Cuando la carga de una batería es insuficiente para arrancar un vehículo puede utilizarse la electricidad proveniente de otro vehículo. El objetivo es conectar las dos baterías en paralelo (positivo con positivo y negativo con negativo). El procedimiento es sencillo pero hay que tener ciertas precauciones:

- a) *Realizar la operación en un lugar señalizado:* para evitar accidentes con otros vehículos y ventilado.
- b) *Situar los vehículos en posición adecuada:* localizar las dos baterías y estacionar los vehículos de forma que las pinzas lleguen correctamente de una batería a la otra. Comprobar que los frenos de mano de ambos vehículos están puestos y las cajas de cambio en "punto muerto" o "estacionamiento". Las carrocerías de los vehículos no deben tocarse.
- c) *Asegurarse que los capós están bien sujetos:* una vez abiertos.
- d) *Utilizar pinzas adecuadas y en buen estado:* durante el arranque circulan muchos amperios por los cables por lo que la sección y el estado de las pinzas deben ser adecuados para que no se calienten.
- e) En varios momentos del procedimiento pueden saltar chispas en los contactos de las pinzas. Si existen vapores de combustible o vapores de hidrógeno procedentes de la ba-

tería puede producirse una explosión o incendio. Mantener la cara y el cuerpo lo más alejados posible mientras se están conectando los cables del puente.

Es importante seguir en orden los pasos del siguiente procedimiento:

1. Colocar un extremo de la pinza roja en el positivo de la batería cargada. Comprobar que ninguna parte metálica de la pinza toque el chasis (polo negativo).
2. Colocar el otro extremo de la pinza roja en el polo positivo de la batería descargada.
3. Colocar un extremo de la pinza negra en el polo negativo de la batería cargada.
4. Colocar el otro extremo de la pinza negra en algún punto del chasis o motor del vehículo de la batería descargada, en un punto negativo. Dicho punto ha de estar alejado de la batería descargada, libre de fugas de combustible y sin pintura para que haga un buen contacto eléctrico y la chispa no provoque explosión ni incendio.
5. Comprobar que ni las pinzas, ni los cables ni las manos están cerca de correas o ventiladores, puesto que se pondrán en movimiento al ser partes móviles, una vez arrancado el motor. Comprobar que todas las pinzas hacen buen contacto y no se soltarán con vibraciones.
6. Intentar arrancar el vehículo de la batería descargada: si no arranca comprobar el contacto de las 4 pinzas y repetir el intento. Si hay que insistir demasiado conviene arrancar el vehículo de la batería cargada para no agotarla.
7. Una vez ha arrancado el vehículo que no arrancaba, se desconectan las pinzas en el orden inverso al de su colocación.
8. Dejar el vehículo de la batería descargada arrancado y circular unos cuantos kilómetros antes de parar el motor de forma que la batería pueda almacenar carga.



Actividad propuesta 7.12

Si la ambulancia no arranca y se tuviese que realizar el puente entre dos baterías, describe el procedimiento que se debe seguir para realizar el puente entre dos baterías.

7.8.2. Fallos en el sistema de iluminación

Cuando una lámpara debería estar encendida y no lo está puede deberse a varias razones:

- a) *La lámpara se ha fundido:* a la lámpara le llegan los 12V en sus terminales pero no luce, es necesario reemplazarla por otra del mismo tipo y características. El manual de usuario indica el procedimiento de cambio, que será más o menos complejo según la lámpara y el vehículo.
- b) *No llega voltaje a la lámpara:* hay algún problema en el circuito encargado de alimentar la lámpara, las causas posibles son las siguientes:
 - *El fusible de ese circuito está fundido:* por alguna razón ha circulado más corriente por el circuito y su fusible ha actuado para prevenir averías mayores. La avería se ha podido producir por el efecto de una lámpara al fundirse, ya que en ocasiones

producen picos de tensión, o por algún cortocircuito. Si es por la primera razón habrá una lámpara fundida y sustituyendo esta y el fusible, por otro del mismo amperaje, se soluciona la avería. Si el problema ha sido por cortocircuito, es necesario revisar el cableado y conectores para encontrar el cortocircuito y que no siga fundiendo más fusibles. Esta tarea puede ser lenta y complicada, por lo que es aconsejable acudir a un especialista. El manual del vehículo muestra la situación de los distintos fusibles.

- *El actuador (interruptor, conmutador multifunción, pulsador, etc.) de accionamiento de esa lámpara está estropeado, le llega la alimentación pero no la envía a la lámpara:* es necesario sustituir el actuador.
- *Se ha soltado algún conector en la lámpara, interruptor de control o caja de fusibles:* hay que volver a conectarlo y comprobar si se sujeta con firmeza.
- *Se ha roto algún cable del circuito:* hay que encontrar el lugar en el que se ha roto el cable, repararlo y averiguar la razón de la rotura. Si no es evidente por algún golpe o cambio en el vehículo, costará encontrar el lugar de la avería y conviene acudir a un profesional.

7.8.3. Motor diésel con dificultad para arrancar en frío

Si en un motor diésel, con el motor frío, se percibe que le cuesta arrancar, tiene excesivas vibraciones y hay humo en el escape hasta que el motor se calienta, lo más probable es que se haya fundido algún calentador (bujía de caldeo). La sustitución es sencilla, lo primero será comprobar que efectivamente algún calentador ha dejado de funcionar. Para comprobarlo se mide el consumo de corriente de cada uno de los calentadores mediante una pinza amperimétrica, que soporta lecturas de hasta 25 A, teniendo cuidado porque los multímetros solo suelen soportar hasta 10 A. Si no se dispone del instrumental convendrá acudir a un taller.

Otra alternativa para calentadores de 12V (conexión en paralelo), si se dispone de pinzas de arranque, es sacar el calentador y alimentarlo con la tensión de la batería. Debe ponerse incandescente, pero hay que extremar la precaución para no provocar un cortocircuito.

Para sustituir un calentador se seguirán los siguientes pasos:

1. Se suelta el cable de alimentación: unas veces se sujeta a presión y otras mediante una pequeña tuerca.
2. Se limpia el contorno teniendo cuidado para que no entre suciedad.
3. Con ayuda de una llave de vaso se desconecta el calentador averiado.
4. Tras extraerlo se coloca inmediatamente el nuevo para que no entre suciedad iniciando el roscado a mano y con cuidado, se termina el apriete con la llave de vaso.
5. Se vuelve a colocar el cable de alimentación.

Actividad propuesta 7.13



Si la ambulancia tiene dificultades para arrancar en frío y se tuviese que sustituir uno de los calentadores, describe el procedimiento para hacerlo correctamente.

Resumen

- La electricidad es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y su energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos, químicos, etc.
- La tensión eléctrica, voltaje o diferencia de potencial es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Se mide en voltios.
- La corriente o intensidad eléctrica es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se mide en amperios.
- La conductividad eléctrica es la capacidad de un cuerpo o medio para conducir la corriente eléctrica, es decir, para permitir el paso de las partículas cargadas a través de él.
- La corriente continua es una corriente eléctrica cuya magnitud y sentido se mantienen constantes en el tiempo.
- La corriente alterna es la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente en el tiempo.
- La potencia eléctrica es la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. Se mide en vatios. Su representación es $P = I \times V$.
- La ley de Ohm relaciona las magnitudes eléctricas principales: $V = I \times R$.
- El campo magnético es una región del espacio en la cual una carga eléctrica en movimiento sufre los efectos de una fuerza que es perpendicular y proporcional tanto a la velocidad como al valor de la carga. Dicho campo magnético puede producirse por imanes permanentes, imanes temporales y cargas eléctricas en movimiento.
- La fuerza de Lorentz es muy importante en magnetismo y relaciona:
 - B : representa la dirección y sentido del campo magnético creado por el imán.
 - V : representa la dirección y sentido de la velocidad de la partícula al atravesar el campo magnético creado por el imán.
 - F : es la fuerza resultante que aparece sobre la partícula en movimiento en el interior de un campo magnético perpendicular a su movimiento. Esa fuerza resultante también es perpendicular al movimiento y al campo magnético.
- Existen varios tipos de circuitos eléctricos con elementos diversos como interruptores, bobinas, condensadores, diodos, fusibles, etc.
- Los elementos de un circuito eléctrico pueden estar conectados entre sí en serie, en paralelo o de forma mixta. En cada caso los valores de R , I y V difieren, y se calculan de forma diferente en cada caso.
- Como elementos principales de medida de magnitudes eléctricas está el multímetro y la pinza amperimétrica.
- En un vehículo existen numerosos circuitos eléctricos, pero separándolos según la función que cumplen, son los siguientes: circuito de producción y almacenaje de energía, circuito de encendido de motor (motores de explosión), circuito de caldeo diésel, circuito de arranque, circuito de iluminación y circuito de accesorios (climatización, radio, mechero, etc.).
- Las operaciones básicas de mantenimiento preventivo que pueden realizarse desde el punto de vista del sistema eléctrico son mantenimiento de baterías, sustitución de la batería, revisión del sistema de iluminación y mantenimiento del sistema de encendido.

- Las averías más frecuentes que suelen producirse por un mal mantenimiento preventivo que pueden aparecer desde el punto de eléctrico son que el vehículo no arranca, los fallos en el sistema de iluminación o que el motor diésel tiene dificultad para arrancar en frío.



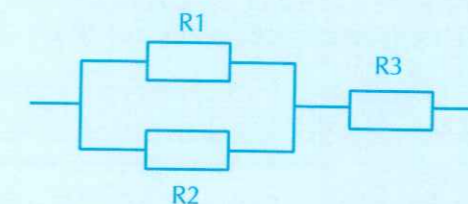
Ejercicios propuestos

- Un vehículo dispone de una batería de 12 V y 80 Ah, pero se olvida una puerta mal cerrada y no tiene temporizador de apagado. Las luces de cortesía se quedarán encendidas hasta que se agote la batería. ¿Cuántas horas pasarán hasta que la batería se agote sabiendo que hay 3 bombillas de cortesía de 10 V cada una?
- Se desea comprar un inversor para un vehículo que irá conectado al conector de mechero (12 V CC). Consultando el manual se ve que el circuito del mechero está protegido con un fusible de 20 A. ¿De cuántos vatios se puede comprar el inversor como máximo? ¿Cuál es la potencia máxima que se puede obtener de ese circuito sin que se funda el fusible?
- En una ambulancia se dispone de un calentasueros (nevera de calor) de 12 V que indica que funciona internamente con una resistencia de 3Ω . Teniendo esto en cuenta, calcula:
 - El fusible mínimo que debe proteger dicho circuito.
 - El tiempo máximo que se puede dejar funcionando el calentasueros sin cargar la batería, sabiendo que la batería auxiliar de la que se alimentará es de 80 Ah. Para calcular dicho tiempo se considerará que no se desea vaciar la batería más del 70% de su capacidad para no deteriorarla.
- Una noche oscura se aparca un vehículo en una zona mal iluminada y se decide dejar encendidas las luces de posición para mejorar su visibilidad. Pensando en que no se desea estropear la batería por una descarga profunda y que también se necesita carga para arrancar el motor, ¿cuánto tiempo se puede dejar el coche en esas condiciones si no se desea que la batería se descargue más de la mitad?
Datos del vehículo: batería de 12 V y 60 Ah; 4 bombillas de posición de 20 W cada una.
- Considerando un circuito sometido a 220 V y por el que circula una intensidad de corriente de 1 A, calcula:

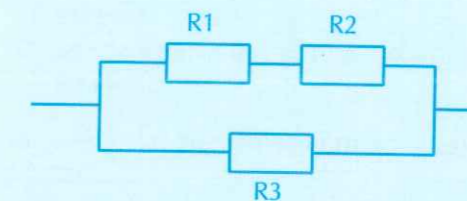
- La resistencia de dicho circuito.
- La potencia eléctrica del circuito.

6. Calcula la resistencia equivalente o total de los siguientes circuitos mixtos:

a)



b)



- Enumera los circuitos eléctricos de un vehículo según la función que cumplen.
- Indica todo lo que sepas del circuito de arranque del vehículo.
- Describe las operaciones básicas de mantenimiento preventivo que pueden realizarse en el sistema eléctrico del vehículo.
- Enumera las averías más frecuentes que suelen producirse por un mal mantenimiento preventivo que pueden aparecer desde el punto del sistema eléctrico del vehículo.

Supuesto práctico

En pleno turno de trabajo, Eloy detecta que la ambulancia no arranca. Comprueba el estado de carga de la batería con un multímetro y descubre que la batería posee carga suficiente para arrancar.
Se pide:

- Determinar los motivos que pueden producir dicha avería descartando que la batería esté descargada.
- Especificar cómo puede ir comprobándose cada una de las posibilidades que pueden producir la avería.

Debate en clase

Temas para debatir:

¿Te consideras suficientemente preparado para resolver un problema eléctrico en la ambulancia si se produce?

¿Consideras necesario y útil ampliar los conocimientos eléctricos estudiados por un técnico en emergencias sanitarias para ser resolutivo ante situaciones eléctricas adversas en un servicio?

Considerando el sistema eléctrico visto en este capítulo, los circuitos existentes y componentes principales en cada uno, con sus funciones principales, debate con tus compañeros en clase sobre los temas que se proponen.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- Al sustituir la batería de un vehículo:
 - a) El primer terminal que desconectar de la batería descargada será el negativo.
 - b) El último terminal que conectar de la batería nueva será el negativo.
 - c) Al terminar el proceso se comprueba que los dos terminales están bien fijados.
 - d) Todas las opciones son correctas.
- Mediante el multímetro se puede medir:
 - a) La tensión eléctrica, conectando los terminales del multímetro en paralelo con la tensión por medir.
 - b) La corriente eléctrica, conectando los terminales del multímetro en serie con el circuito por medir.
 - c) El estado de carga de una batería.
 - d) Todas las opciones son correctas.
- Indica cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta respecto al circuito eléctrico de producción y almacenaje de energía:
 - a) Se encarga de alimentar eléctricamente a otros circuitos.
 - b) En dicho circuito el alternador produce energía eléctrica a partir de energía mecánica, extraída del cigüeñal.
 - c) La batería, el alternador y el regulador forman parte de dicho circuito.
 - d) Ninguna de las opciones anteriores es correcta.

- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el circuito de encendido en motores de explosión es incorrecta?
 - a) Se encarga de generar alta tensión para que en las bujías salte la chispa.
 - b) Precisa estar sincronizado con el cigüeñal para posibilitar que salte la chispa en el momento oportuno en cada cilindro para producir la explosión.
 - c) El motor de arranque forma parte de dicho circuito.
 - d) Se alimenta de la batería en el arranque del motor térmico y del alternador una vez que el motor térmico está arrancado.
- En relación con el motor de arranque, es incorrecto afirmar que:
 - a) Dispone de una bobina que controla su alimentación y hace que se conecte con el cigüeñal.
 - b) El motor de arranque pertenece al sistema de encendido y no al sistema de arranque.
 - c) Es un motor pequeño y muy potente aunque puede estropearse si se utiliza en exceso.
 - d) Se encarga de que el motor térmico comience a funcionar en el momento del arranque.
- Indica cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta respecto a realizar un puente entre baterías:
 - a) Puede producirse una chispa al conectar la última pinza, por lo que se conectará en un punto de masa alejado de la batería.
 - b) Las dos baterías se conectan en paralelo entre sí.
 - c) Las dos baterías se conectan en serie entre sí.
 - d) La última pinza por conectar será la negra (negativa) en el vehículo descargado.
- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre las baterías de plomo y ácido sulfúrico es incorrecta?
 - a) Se deterioran si se agota su carga.
 - b) Existen modelos en los que se pueden rellenar sus celdas con agua destilada hasta el nivel indicado.
 - c) Las de 12 V están compuestas por 12 celdas de 1 V cada una.
 - d) Suelen perder capacidad de carga con los años.
- En relación con un material conductor, es correcto afirmar que:
 - a) Es un material que permite el paso de cargas eléctricas a su través.
 - b) Puede ser el cobre con el que se fabrican los cables eléctricos de los circuitos.
 - c) Puede ser el chasis del vehículo que se emplea como polo negativo y está conectado al negativo de la batería.
 - d) Todas las opciones son correctas.
- El voltaje o tensión eléctrica se puede definir como:
 - a) Una magnitud que indica cuántas cargas eléctricas están circulando por un conductor en un segundo y se mide en amperios.
 - b) Una magnitud que puede indicar entre otras cosas la potencia de un motor y se mide en vatios.

- c) Una magnitud que indica la cantidad de energía necesaria para desplazar una carga eléctrica de un punto a otro del circuito y se mide en voltios. A mayor voltaje más energía se precisa.
- d) Una magnitud que puede indicar entre otras cosas la resistencia eléctrica de un elemento y se mide en ohmios.

10. ¿Qué es la corriente eléctrica y en qué unidades se mide?

- a) Es la magnitud que mide la cantidad de cargas eléctricas que circulan por un circuito eléctrico en un segundo y se mide en amperios.
- b) Es una magnitud que indica la cantidad de energía necesaria para desplazar una carga eléctrica de un punto a otro del circuito y se mide en voltios. A mayor voltaje más energía se precisa.
- c) Es una magnitud que puede indicar entre otras cosas la potencia de un motor y se mide en vatios.
- d) Es una magnitud que puede indicar entre otras cosas la resistencia eléctrica de un elemento y se mide en ohmios.

SOLUCIONES:

1. a b c d

2. a b c d

3. a b c d

4. a b c d

5. a b c d

6. a b c d

7. a b c d

8. a b c d

9. a b c d

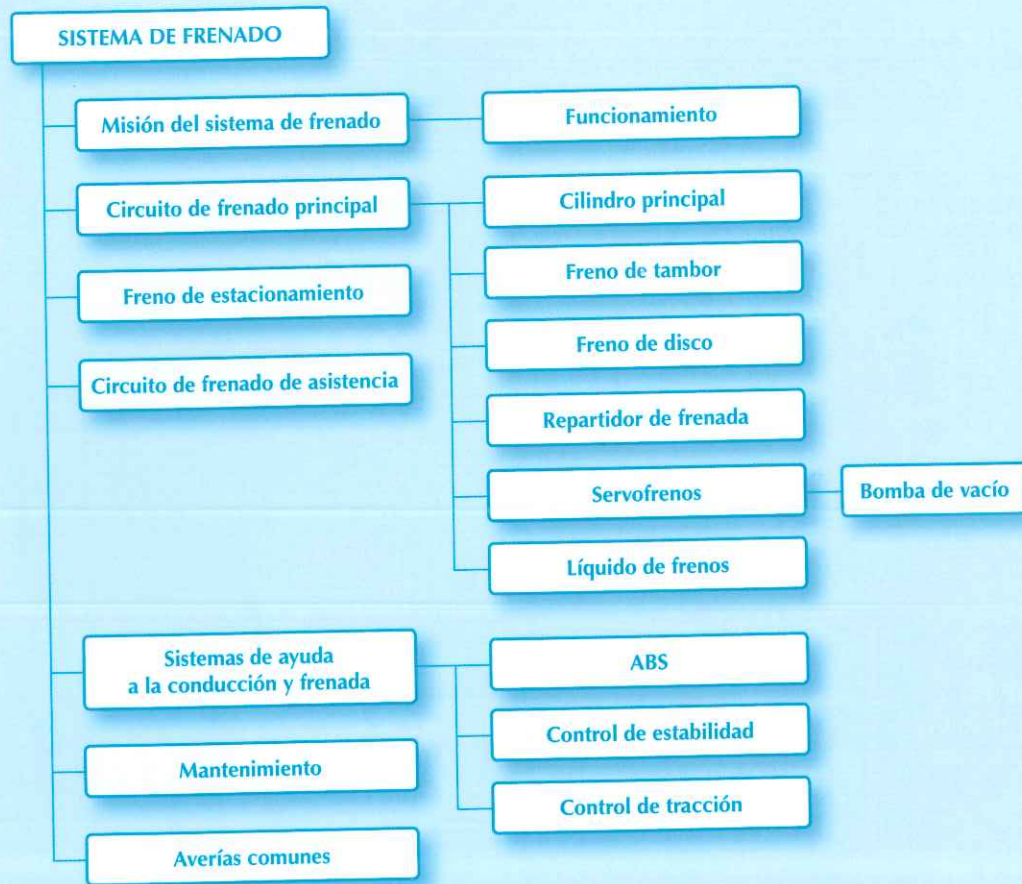
10. a b c d

El sistema de frenado

Objetivos

- ✓ Conocer el funcionamiento del sistema de frenado.
- ✓ Identificar los sistemas de control de frenado.
- ✓ Aprender el mantenimiento preventivo del sistema de frenado.
- ✓ Distinguir las averías más comunes.

Mapa conceptual



Glosario

Bomba excéntrica de palas. Elemento que suele emplearse para transferir combustible diésel y aceites en sistemas hidráulicos. Tienen un eje descentrado sobre el que giran las paletas para crear un vacío parcial y obtener un autocebado en seco casi instantáneo. A medida que el rotor gira, cada una de las paletas sucesivas introduce y transporta más líquido desde la entrada hasta la salida.

Buje de rueda. Zona que porta la rueda y permite el giro sobre su propio eje. En ruedas motrices se conectan a los extremos de los semiejes de la transmisión, mientras que en ejes no motrices suelen atornillarse al brazo de la suspensión.

Clasificación DOT. Clasificación que se aplica a los líquidos, como el líquido de frenos y que se refiere a la temperatura de ebullición. A mayor DOT, mayor es su temperatura de ebullición. DOT 3 (205 °C), DOT 4 (230 °C), DOT 5.1 (260 °C).

Colector de admisión del motor. Conducto a través del cual se introduce aire o aire y gasolina a la culata para que se produzca el ciclo de un motor térmico.

Corrientes de Foucault. El físico francés Léon Foucault en 1851. Descubrió este fenómeno eléctrico que se produce cuando un conductor atraviesa un campo magnético variable, o viceversa. El movimiento relativo entre conductor y campo causa una circulación de electrones, o corriente inducida dentro del conductor. Estas corrientes circulares de Foucault crean electroimanes con campos magnéticos que se oponen al efecto del campo magnético aplicado.

Cristalización de una superficie. Se produce cuando dicha superficie se somete a un calor extremo que es incapaz de disipar o evacuar a la velocidad oportuna. La cristalización modifica la estructura molecular de la superficie, lo que hace que se genere una resina que contiene el material de fricción, se posicione en la superficie formando una capa que evita el rozamiento y la abrasión entre los objetos. Suele ocurrir en el momento de frenar, deteriorándose el disco o la pastilla, quedando la pastilla con un brillo en la superficie y con textura ultradura y el disco en cambio de un color azulado, pudiendo aparecer microfisuras a raíz de dicha cristalización.

Mangueta. Elemento que interviene en la suspensión, dirección y frenos del automóvil. Es el elemento que contiene el vástago sobre el que gira la rueda, conectándola al mismo tiempo con los componentes de la suspensión y de la dirección. La rueda y el freno se sujetan al vástago mediante el buje que rota, mientras es portado por la mangueta que sigue los movimientos de la suspensión y gira sobre su eje de pivote geométrico.

Mariposa de gases. Elementos instalados en motores de gasolina con inyección de combustible, que intervienen en la admisión controlando el aire que se introduce en los cilindros mediante el colector de admisión, ubicándose entre este y el filtro de aire. Regula el flujo de aire que formará parte del proceso de combustión, aumentando o disminuyendo el paso mediante la llamada *placa de mariposa* que gira sobre un eje.

Pistones de los bombines de freno. Elementos interiores impulsados por el bombín cuando se pisa el pedal de freno y entra el líquido de frenos en dicho bombín y que actúan sobre las zapatas de frenos, rozando con el tambor.

Poliglicol. Está presente en la fabricación de lubricantes de motor y hace referencia a muchos monómeros de un glicol como el propileno.

Tornear. Labrar, dar forma o redondear algo con un torno.

Viraje. Giro o curva que se produce en la trayectoria de un vehículo.

Zapata de freno. Pieza del freno de algunos vehículos que ejerce fricción contra el eje o contra las ruedas.

8.1. Misión del sistema de frenado

Su principal función es disminuir progresivamente la velocidad del vehículo y mantenerlo inmovilizado cuando está detenido.

El sistema de *freno principal*, o freno de servicio, permite controlar el movimiento del vehículo, llegando a detenerlo si fuera preciso de una forma segura y eficaz, en cualquier condición de

velocidad y carga. Un freno se considera eficaz cuando al activarlo se consigue la detención del vehículo en un tiempo y distancia mínimos, siempre que la frenada sea:

- Estable*: el vehículo no tiene que desviarse de su trayectoria.
- Progresiva*: la actuación de los frenos tiene que ser proporcional al esfuerzo realizado por el conductor.

Para inmovilizar el vehículo, se utiliza el *freno de estacionamiento*, que puede ser utilizado también como freno de emergencia en caso de fallo del freno principal. El freno de estacionamiento debe ser capaz de inmovilizar el vehículo en pendiente, incluso en ausencia del conductor.

Actividad propuesta 8.1



Conociendo la misión principal de los dos tipos de frenos, ¿piensas que alguno de ellos se podría sustituir o eliminar?

8.1.1. Principio físico de funcionamiento

Un vehículo en movimiento posee energía cinética, y para disminuir su velocidad (su energía cinética) es necesario convertir esa energía cinética en otro tipo de energía. En un vehículo convencional, el sistema de frenado convierte parte de la energía cinética del vehículo en calor (se calientan los elementos de frenado y ese calor va pasando al aire circundante). Los vehículos híbridos y eléctricos tratan de convertir la mayor parte de la energía cinética en energía eléctrica y almacenarla en baterías para disponer de ella más adelante. En estas páginas se trata el sistema de freno convencional, que es el más extendido actualmente.

8.2. Circuito de frenado principal

Se le llama también *freno de servicio*, y puede verse en el siguiente recurso web. Es el conjunto de elementos destinados a decelerar el vehículo cuando está en movimiento. Es accionado por un pedal situado en el interior del habitáculo que transmite la fuerza aplicada por el conductor a los elementos de frenado de las ruedas. La transmisión de esfuerzos se realiza a través de un circuito hidráulico, utilizando la energía transmitida por el fluido (líquido de frenos) a través de un sistema multiplicador de esfuerzos, para que llegue a las ruedas con la fuerza necesaria para detener el vehículo.

Es lógico pensar que, si estuviese formado por un único circuito hidráulico y apareciera una fuga de líquido de frenos en algún punto, el sistema fallaría. Para evitar esto, dicho sistema de frenado principal está compuesto por dos circuitos hidráulicos independientes, de forma que si se produce una fuga en uno de los circuitos el otro sigue funcionando.

Actividad propuesta 8.2



Enumera los componentes que conforman el circuito de frenado principal. Define la misión principal de los elementos más importantes.

8.2.1. Cilindro principal

El cilindro principal es un componente del circuito de frenado principal y es el encargado de generar presión en el circuito de frenado para que se transmita por el mismo hasta los dispositivos de freno. El líquido de frenos es incompresible y, por tanto, todo desplazamiento del pedal de freno (y del cilindro maestro) equivale a un movimiento en las pastillas o zapatas de freno. Sobre el cilindro principal existe un depósito que almacena el líquido de frenos. La figura 8.1 muestra un cilindro tándem (el más utilizado) que dispone de dos entradas en la parte superior conectadas al depósito de frenos (figura 8.2). Dicho depósito tiene una barrera interna para que, si uno de los circuitos se vacía, por alguna fuga, el segundo siga teniendo líquido de frenos. De esta forma, aunque no funcionaría correctamente el sistema de frenado, sería posible detener el vehículo.

El cilindro principal dispone de dos salidas, una para cada circuito independiente. El diámetro del cilindro principal y del resto de cilindros en los dispositivos de freno se rige por el principio de Pascal, que afirma que una pequeña fuerza aplicada sobre un pistón de pequeña superficie (S1) genera una fuerza más grande en un pistón de mayor superficie (S2). Se relaciona del siguiente modo: $F1/S1 = F2/S2$ y puede verse en el siguiente recurso web.

Recursos web

www

Con los códigos QR adjuntos tienes acceso a vídeos con los que podrás comprender mejor:

- El funcionamiento del sistema de freno principal.
- El funcionamiento del sistema de freno principal y el principio de Pascal.



1



2

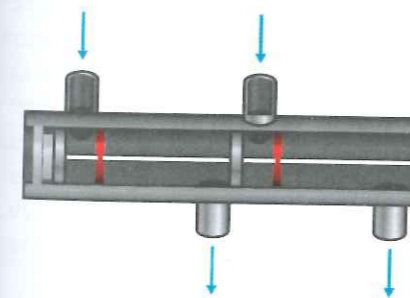


Figura 8.1
Cilindro tándem.

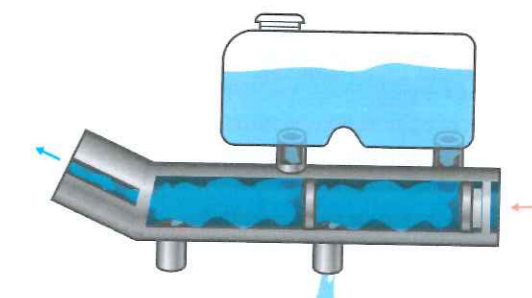


Figura 8.2
Depósito del líquido de frenos y cilindro tándem.

Existen dos tipos de freno de servicio, con diferentes elementos fijos y móviles, que se describen a continuación.

8.2.2. Frenos de tambor

Este tipo de freno está constituido por un tambor, que es el elemento móvil, montado sobre el buje de la rueda por medio de unos tornillos o espárragos y tuercas, del cual recibe movimiento,

y un plato de freno, elemento fijo sujeto al puente o la mangueta. En este plato van instalados los elementos de fricción (zapatas) y los mecanismos de accionamiento para su desplazamiento.

El tambor es la pieza que constituye la parte giratoria del freno y que recibe casi todo el calor generado en la frenada. Se suele fabricar en fundición de acero con grafito por su elevada resistencia al desgaste, menor coste de fabricación y buena absorción del calor producido por el rozamiento en el frenado. El freno de tambor posee una frenada estable y progresiva, aunque evacúa mal el calor. Existen diversos sistemas con uno o dos bombines de frenado por tambor.

8.2.3. Frenos de disco

Este tipo de freno está implantado en la mayoría de turismo, y también en ambulancias. La ventaja principal sobre el freno de tambor es que su acción de frenado es más enérgica, empleando un menor tiempo de frenado, lo que se traduce en una menor distancia de parada. Esto es posible porque los elementos de fricción van montados al aire, y al disponer de una mejor refrigeración, la absorción de energía y transformación en calor se puede realizar más rápidamente.

Este freno está formado por un disco que se une al buje de la rueda o forma parte de él, girando con la rueda y constituyendo el elemento móvil de frenado. Sobre este disco, ocupando aproximadamente la cuarta o quinta parte de la superficie del mismo, va montada una mordaza sujeta al puente o mangueta en cuyo interior se montan los cilindros por los que se desplazan los pistones. A estos pistones se unen las pastillas de freno de un material similar al de las zapatas utilizadas en los frenos de tambor.

La pinza o mordaza puede ser fija (con pistones en ambos lados del disco) o flotante (al frenar se mueve toda la pinza), como puede apreciarse en las figuras 8.3 y 8.4.

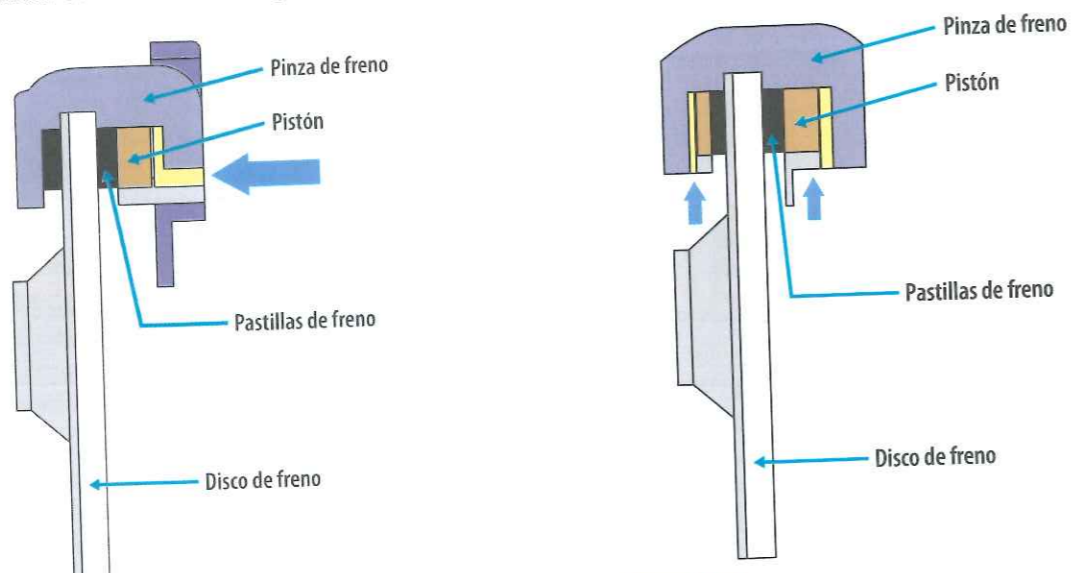


Figura 8.3
Freno de disco con mordaza flotante.

Figura 8.4
Freno de disco con mordaza fija.

Existen diversos tipos de disco de freno, que pueden ser macizos (más económicos y pesados) o ventilados (más caros, pero mejor refrigerados). Además, para evacuar agua y suciedad puede estar rayado o perforado.

Recursos web

www

Accede con los códigos QR adjuntos para visionar vídeos:

1. Donde apreciarás el accionamiento y movimiento interno de los componentes de un freno de tambor.
2. Para comprender mejor el funcionamiento de un freno de disco.



1



2



Actividad propuesta 8.3

Conociendo las características principales del freno de tambor y del freno de disco, ¿por qué crees que no se emplea freno de disco en todos los vehículos actuales, si aparentemente es mejor que el de tambor?

8.2.4. Repartidor de frenada

Existen diversos mecanismos destinados a reducir la presión del circuito de frenado en el eje trasero. Su función es la de frenar las ruedas traseras con menos intensidad cuando hay poco peso en ellas.

Si se aplica demasiada fuerza de frenado en una rueda, dicha rueda patinará sobre la calzada. La rueda comenzará a patinar cuando la fuerza de frenado sea mayor que la fuerza de rozamiento entre el neumático y el suelo, y dicha fuerza de rozamiento viene determinada por el coeficiente de rozamiento entre el neumático y la calzada y por el peso que soporta la rueda. Para evitar esto, el repartidor de frenada intenta disminuir la presión del líquido de frenos en función del peso que soporta la rueda (a menos peso, menos presión se aplicará en el eje trasero). Además se compensa otro efecto colateral de la frenada, el cabeceo, cuando un vehículo frena, el eje delantero soporta parte del peso que normalmente estaría en el trasero, evidente a simple vista, puesto que se hunde la parte delantera del vehículo y se levanta la parte trasera del mismo.

8.2.5. Servofrenos

La fuerza que un conductor ejerce sobre el pedal de freno, por sí sola, es insuficiente para frenar o detener el vehículo, debido a su velocidad y peso. Por este motivo, se emplean en vehículos, como ambulancias, los servofrenos.

La misión principal del servofreno es amplificar la fuerza que el conductor ejerce sobre el pedal de freno produciendo una presión mayor sobre el circuito hidráulico de frenado, y concretamente en los pistones de las pinzas, permitiendo que el pie del conductor no se sobrecargue. Además hace que el conductor controle la fuerza de frenada con más precisión.

Par conseguir esa asistencia en la frenada existen varios mecanismos, siendo la más extendida en los vehículos utilitarios y ambulancias el *servofreno asistido por vacío*. En vehículos de mayor peso se utilizan sistemas hidráulicos o sistemas de aire a presión.

PARA SABER MÁS

Una atmósfera de presión equivale aproximadamente a 1 kg/cm². Dicha presión ejercida sobre una superficie de medio folio (15 × 21 cm = 315 cm²) suponen que una cuartilla está recibiendo por el contacto con el aire una fuerza de unos 315 kg (por su otra cara también recibe la misma presión, si no, no se tendría papel sobre el que escribir). Si se traslada este cálculo a un diafragma de esa área aproximada, con un vacío total (presión "cero") creado por la bomba de vacío, cosa que no sucede nunca, se conocería que la fuerza que el servofreno puede llegar a desarrollar en lugar del conductor es de 315 kg aproximadamente.

El servofreno está colocado entre el pedal de freno y el cilindro principal. Se compone de dos cámaras separadas por un diafragma.

Cuando no se está frenando, las dos cámaras del servofreno están sometidas a una presión negativa, que implica que se succione aire entre ellas para intentar crear vacío. Ambas cámaras están comunicadas por una válvula, haciendo que el diafragma reciba la misma presión por ambos lados y por tanto no se desplaza.

Al pisar el freno, se va cerrando la válvula que las comunica y se deja pasar aire de forma progresiva en la cámara del lado del pedal, a través de otra válvula accionada también desde el pedal. De esta forma la presión de aire en los dos lados del diafragma deja de ser la misma y aparece una fuerza que empuja el diafragma y ayuda a frenar. La diferencia de presión entre ambas cámaras será mayor cuanto más se pise el freno.

Para crear el vacío necesario, en los vehículos de explosión, simplemente se conecta la cámara delantera del servofreno con el colector de admisión del motor. Cuando se frena, normalmente no se pisa el acelerador, con lo que la mariposa de gases se cierra y se crea más vacío en el colector de admisión. Entre el colector de admisión y el servofreno hay una válvula que solo deja pasar el aire en dirección hacia el motor, por lo que la presión siempre es mínima en el servofreno.

WWW

Recursos web

Accede con el código QR adjunto a vídeos donde se explica detalladamente:

1. El funcionamiento del repartidor de frenada, cómo se puede actuar sobre él para ajustarlo, etc.
2. El servofreno asistido por vacío.



①



②



Actividad propuesta 8.4

Describe el funcionamiento del servofreno, diferenciando entre la situación de no pisar el pedal de freno y cuando se pisa el pedal de freno.

1. Bomba de vacío

Algunos motores de explosión y todos los motores diésel, en lugar de utilizar la depresión del colector de admisión, disponen de una bomba de vacío para generar la depresión y accionar el servofreno. A veces se trata de una bomba eléctrica, pero lo más común es la utilización de una bomba excéntrica de palas conectada al extremo del árbol de levas.

8.2.6. Líquido de frenos

Es el fluido usado para transmitir la presión a través del circuito hidráulico de frenado. Debe tener un punto de ebullición alto ya que los frenos se calientan mucho y si pasara a estado gaseoso ya no se comportaría como material incompresible. Existen distintos líquidos de freno que se ajustan a la clasificación DOT (del inglés, Department of Transportation), a mayor DOT mejores prestaciones, como se observa en el cuadro 8.1.

CUADRO 8.1
Clasificación DOT

DOT 3	Base de poliglicol, es el más barato. Compatible con DOT 4 y DOT 5.1.
DOT 4	Base de poliglicol, es más agresivo con las juntas de goma (si se pone en un sistema DOT 3 lo deteriora), pero es compatible con DOT 5.1.
DOT 5	Base de silicona, es menos agresivo con las superficies que el resto, y únicamente compatible consigo mismo.
DOT 5.1	Base de poliglicol, su viscosidad permanece más estable respecto a la temperatura.

Todos ellos son higroscópicos (atraen y absorben la humedad) para que no afecte al sistema de frenado y no lo deteriore. Que sean higroscópicos presenta la desventaja de que al absorber la humedad del aire, la temperatura de ebullición baja, con lo que pueden llegar a formarse burbujas. Por esta razón es necesario cambiar el líquido de frenos aproximadamente cada dos años, pero al ser tóxicos e irritar la piel, deben manejarse con guantes y cuidado.

8.3. Freno de estacionamiento

Se conoce también como freno de mano y se utiliza para mantener el vehículo detenido aún en presencia de una fuerte pendiente. Suele actuar de forma mecánica sobre las ruedas traseras y se acciona desde una palanca colocada junto al conductor. La palanca amplifica la presión de frenado y el cable compensa o equilibra las diferencias de movimiento de las varillas. Por otra

parte, pueden originarse presiones desiguales de frenado. Para corregirlas se instalan dispositivos especiales equilibradores, los cuales actúan de forma automática, o por ajuste manual.

Puede actuar tanto en frenos de disco como en frenos de tambor.

WWW

Recursos web

Accede con los siguientes códigos QR para ver detalladamente:

1. El funcionamiento interno de una bomba excéntrica de palas, empleada como bomba de vacío.
2. El funcionamiento interno de un freno auxiliar o de estacionamiento.



①



②

Actividad propuesta 8.5



Describe el funcionamiento del freno de estacionamiento.

8.4. Circuito de frenado de asistencia

En vehículos de peso elevado se instalan sistemas de frenos auxiliares o complementarios al sistema convencional, sobre todo para situaciones de bajada prolongada, como bajada de puertos de montaña. Se les llama *deceleradores* o *ralentizadores* y existen varios sistemas para implementarlos:

1. *Decelerador electrodinámico*: se instala en la transmisión del vehículo (normalmente a la salida de la caja de cambios o conectado con el diferencial). Un plato de acero dulce gira con el movimiento de la transmisión. Hay también unos electroimanes fijos a la carrocería cerca del plato rotatorio. Cuando se precisa decelerar, se aplica voltaje a los electroimanes, se inducen corrientes eléctricas en el plato giratorio (corrientes de Foucault) que terminan por disipar calor en el plato: se consigue disminuir la velocidad del vehículo calentando el plato pero sin desgaste de piezas de fricción. El disco tiene paletas para que, al moverse, desplace aire y se refrigere.
2. *Decelerador hidrodinámico*: mueve un rotor sumergido en aceite, el rotor mueve el aceite y el rozamiento del aceite con el rotor y el estátor se desprende en forma de calor frenando el vehículo.

RECUERDA

- ✓ Los deceleradores se pueden accionar por varios elementos, como con un pedal extra, con una palanca específica o incluso, como es más habitual actualmente, con el mismo pedal de freno. Dicho accionamiento depende del vehículo en cuestión.



Actividad propuesta 8.6

Una vez visto el decelerador electrodinámico y el hidrodinámico, ¿cuál consideras que es más empleado en vehículos pesados?, ¿por qué? ¿Cuál te parece más fiable?

8.5. Sistemas de ayuda a la conducción y frenada

Existen distintos elementos que ayudan al sistema de frenada a conseguir la detención del vehículo en las mejores condiciones.

8.5.1. ABS

Se diseñó para detener los aviones en la pista de aterrizaje lo antes posible y tras emplearlo en automoción ha resultado de enorme utilidad.

El ABS funciona en conjunto con el sistema de frenado tradicional. Como se ve en el siguiente recurso web, consiste en una unidad de control electrónica (UCE), un grupo hidráulico que se incorpora a los circuitos del líquido de freno y en unos detectores que controlan las revoluciones de las ruedas. Si en una frenada brusca una o varias ruedas reducen repentinamente sus revoluciones, el ABS lo detecta e interpreta que la rueda está a punto de quedar bloqueada sin que el vehículo se haya detenido. Para evitar esto, esta situación es detectada por los sensores de velocidad de la rueda en cuestión y la UCE del sistema ABS ordena a los actuadores del sistema de frenado reducir la presión de frenado, sin que intervenga en ello el conductor. Cuando la situación se ha normalizado y las ruedas giran de nuevo correctamente, el sistema permite que la presión sobre los frenos vuelva a actuar con la intensidad necesaria. El ABS controla nuevamente el giro de las ruedas y actúa otra vez si estas están a punto de bloquearse por la fuerza del freno. En el caso de que este sistema intervenga, el procedimiento se repite de forma muy rápida, unas 15 o 18 veces por segundo, lo que se traduce en que el conductor percibe una vibración en el pedal del freno. El ABS, al no bloquear las ruedas, permite que el conductor siga teniendo el control sobre la trayectoria del vehículo, con la consiguiente posibilidad de poder esquivar posibles obstáculos mediante el giro del volante de dirección.

Los vehículos que incorporan sistema ABS presentan las siguientes ventajas respecto a los que no lo tienen:

- a) Reduce la distancia de frenada en casi todas las circunstancias: permite mantener durante la frenada el coeficiente de rozamiento estático, ya que evita que se produzca deslizamiento sobre la calzada y, al ser el coeficiente de rozamiento estático mayor que el dinámico, hace que la rueda frene más al vehículo puesto que no patina.
- b) El conductor controla la dirección en toda la frenada.
- c) Evita que se generen planos en el neumático ya que no bloquea la rueda y por tanto no desliza sin girar.
- d) La metodología de frenado de emergencia se simplifica para el conductor.

8.5.2. Control de estabilidad

Se conoce comúnmente con las siglas ESP, pero dichas siglas pueden variar de unos fabricantes a otros. El sistema de control de estabilidad actúa cuando al tomar una curva, la trayectoria del automóvil no se corresponde con el ángulo de giro del volante, es decir, con el ángulo que el conductor ha girado el volante. Cuando el automóvil realiza un viraje, al aparecer la fuerza centrífuga, puede ocurrir que en una o varias ruedas disminuya la adherencia lateral de contacto neumático-asfalto, produciendo un movimiento de derrape. En ese momento entra en funcionamiento el sistema de control de estabilidad.

Cuando se produce un subviraje y el coche tiende a seguir recto en una curva, el sistema de control de estabilidad compara el ángulo de giro del volante con el ángulo de giro real del vehículo, y si no concuerdan, actúa sobre el freno de la rueda trasera interior, corrigiendo la desviación de la trayectoria del automóvil haciendo que el vehículo gire de delante hacia el interior de la curva.

Cuando se produce un sobreviraje y el vehículo tiende a girar más de lo indicado por el volante, la parte trasera del vehículo se desvía en la curva cerrando la trayectoria. El sistema de control de estabilidad actúa frenando la rueda delantera exterior, corrigiendo la desviación del vehículo.

Para evitar situaciones peligrosas es recomendable desactivar el ESP al circular con nieve, cadenas o mucho barro. Con el ESP activo, el vehículo acciona frenos en momentos no deseados, cuesta más arrancar y se pueden producir circunstancias peligrosas para la conducción.

WWW

Recursos web

Accede con los códigos QR adjuntos para visionar vídeos sobre:

1. El funcionamiento detallado de un sistema ABS.
2. El efecto de un sistema de control de estabilidad en los vehículos, y cómo actúa el ESP dependiendo de que se produzca subviraje o sobreviraje.



①



②

8.5.3. Control de tracción

Aunque puede designarse con varias siglas, las más comunes para denominar este sistema son ASR (o *anti-slip regulation*) y TCS (*traction control system*). El sistema detecta si alguna rueda gira a mayor velocidad de la que debería, y, si es así, el sistema actúa reduciendo el par de giro para recuperar la adherencia entre el neumático y firme, realizando las siguientes acciones:

- Retardar o suprimir la chispa a uno o más cilindros, si son motores de gasolina.
- Reducir la inyección de combustible a uno o más cilindros.
- Frenar la rueda que ha perdido adherencia.

En situaciones de acumulación de nieve virgen, barro o arena, se recomienda desconectar el sistema, debido a que en ese tipo de situaciones la única forma de que el vehículo avance es si las ruedas patinan.



Actividad propuesta 8.7

Una vez vistos el sistema ABS, el control de tracción y el control de estabilidad, indica si cada uno de ellos actúa siempre o no en el momento de la frenada, y de no ser así, indica en qué momentos interviene cada uno de ellos.

Existen otros conceptos importantes en este capítulo como son la distancia de detención o de parada técnica y la situación de frenada de emergencia.

A) Distancia de detención o de parada técnica

Es la distancia que recorre un vehículo desde que el conductor percibe un obstáculo hasta que el vehículo se detiene completamente.

Dicha distancia de detención está condicionada por el *tiempo de detención*, que es el tiempo que tarda el conductor en detener completamente el vehículo desde que aparece un estímulo o peligro. O sea, que la distancia de detención es la que recorre el vehículo durante este tiempo.

El tiempo de detención o de parada técnica es la suma del tiempo de reacción más el tiempo de frenado:

1. El *tiempo de reacción* es desde que el conductor percibe el peligro hasta que el conductor reacciona (pisa el pedal del freno). El cerebro ha tenido que analizar la información y mandar una orden. Normalmente varía de 0,5 a 1,5 segundos y depende de la persona y su estado. Durante dicho tiempo un vehículo en movimiento recorrerá una distancia determinada.

El tiempo de reacción varía por los factores del estado psicofísico del conductor, tales como fatiga, sueño, concentración, tasa de alcohol, drogas, enfermedades y medicamentos.

Para mejorar el tiempo de reacción se prueban sistemas como el de Saab que desarrolló un prototipo de monopedal, que combinaba el acelerador y el freno en un mismo pedal. Esto permite reducir el tiempo de reacción al 50%, porque evitaba pasar el pie del acelerador al freno. Otros vehículos llevan un sistema de radar, que en caso de encontrar un obstáculo con el que se vaya a impactar de forma inminente, frena el vehículo sin intervención del conductor, manteniendo la distancia de seguridad con el vehículo precedente.

2. El *tiempo de frenado* es el tiempo que transcurre desde que se pisa el pedal del freno hasta que el vehículo se detiene por completo.

El tiempo de frenado o de detención varía con la velocidad, la carga del vehículo, la eficacia de los frenos, el estado de los neumáticos, la aerodinámica, la suspensión, el estado de la calzada y, en general, el estado del vehículo y del conductor.

B) Frenada de emergencia

Como norma general, si hay que detener el vehículo en el menor espacio posible se debe actuar consecuentemente con la situación y el tipo de vehículo en el que se circula, tratando de detener el vehículo de forma controlada. La forma de proceder varía dependiendo de si el vehículo dispone de ABS o no, como se explica en el cuadro 8.2.

CUADRO 8.2

Frenada de emergencia según el vehículo

Tipo de vehículo	Procedimiento
Vehículo con ABS	Se presiona a fondo el embrague (si es de cambio manual) y se pisa el pedal de freno a fondo. Esta situación se mantiene hasta que el vehículo se detenga maniobrando con el volante según sea necesario. El ABS permitirá dirigir el vehículo durante la frenada.
Vehículo sin ABS	Al igual que en el caso anterior, se presiona a fondo el embrague (si es de cambio manual) y se pisa el pedal de freno a fondo. Si se bloquean las ruedas se levantará ligeramente la presión sobre el pedal de freno hasta que se desbloqueen y se presiona de nuevo con fuerza en caso de haber soltado demasiado, repitiendo este ciclo las veces que sea necesario.

En frenadas que no son de emergencia, en ocasiones no se presiona el embrague para que la inercia del motor evite que las dos ruedas motrices se bloqueen. Esta técnica no debe usarse en una frenada de emergencia, ya que si se llega a calar el motor, una vez que se suelta el freno para que las ruedas giren de nuevo, estas deben mover de nuevo el motor y patinarán más, con lo que se pierde el control sobre la dirección y la frenada se alarga.

8.6. Mantenimiento del sistema de frenos

Desde el punto de vista de la seguridad es fundamental circular con un vehículo que posea un sistema de frenado en buen estado. Las tareas de mantenimiento y reparación deben llevarlas a cabo personas cualificadas, sin embargo, es importante conocer el mantenimiento necesario y los síntomas de las averías para estar atentos a ellos en todo momento.

A continuación se describen algunas de las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en el sistema de frenos de un vehículo.

8.6.1. Revisión del nivel del líquido de frenos

Es necesario revisar el nivel de forma habitual. El nivel debe estar entre las marcas de mínimo y máximo del depósito de líquido de frenos del vehículo o ambulancia. Si se percibe una disminución del mismo repentina y se hace necesario rellenar de forma habitual, puede existir una avería. Por otro lado, no hay que alarmarse por un descenso leve y gradual, debido a que cuando las zapatas y pastillas de frenos van desgastándose, los pistones de los bombines tienen que avanzar más para hacer contacto con la superficie de frenado, con lo que el espacio necesario se llena con líquido de frenos dentro de los cilindros. Es normal que el nivel del depósito de líquido de frenos baje un poco, y por tanto, si es preciso se rellenará hasta el nivel adecuado, siempre con el líquido de clasificación DOT adecuado.

8.6.2. Sustitución del líquido de frenos

Debido a que el líquido de frenos va acumulando humedad con el tiempo, debe reemplazarse periódicamente. Para ello hay que consultar el manual del vehículo para ver los intervalos de

tiempo. Generalmente la sustitución se hace cada uno o dos años. El cambio del líquido debe realizarse de forma que no quede aire en el circuito hidráulico, por lo que hay que purgar el circuito una vez terminada la sustitución.

8.6.3. Supervisión del desgaste de las superficies de fricción

Las pastillas y discos de freno, así como las zapatas y tambores, sufren un desgaste progresivo con el uso y debe vigilarse su grosor. En algunos vehículos se dispone de sensores para detectarlo que iluminan un testigo en el panel de mandos cuando los elementos de frenado están por debajo de su límite de seguridad. La periodicidad del cambio dependerá del tipo de conducción y las características de los elementos de frenado, por lo que hay que informarse de su estado en cada revisión y estar atentos a los signos de desgaste.

No hay que olvidar que los discos y tambores también se desgastan. El grosor va disminuyendo con el uso y si es demasiado delgado pueden romperse por un esfuerzo de frenada.



Actividad propuesta 8.8

Enumera las operaciones principales de mantenimiento del sistema de frenado de una ambulancia, e indica si se te ocurre alguna más que pudiera realizarse, describiendo su proceso.

8.7. Averías comunes del sistema de frenos

Al igual que es muy importante realizar correctamente todas las operaciones de mantenimiento, es muy importante conocer cuáles son las averías más frecuentes en el sistema de frenos de una ambulancia. A continuación se describen algunas de las más frecuentes.

8.7.1. Frenada desequilibrada

Si al frenar, en una vía recta y sin pendiente lateral, el vehículo tiende a desplazarse hacia uno de los lados. Esto puede deberse, desde el punto de vista de los frenos, a que la eficacia de los frenos de un lado del vehículo es diferente a la del otro, o deberse a diferencias de presión en el circuito de cada lado, a fugas de líquido de frenos o deterioro de alguna superficie de frenado. Es necesario repararlo ya que en una fuerte frenada se puede perder el control.

8.7.2. El pedal de freno ofrece resistencia, pero se hunde si se mantiene pisado

Si estando detenida la ambulancia, al pisar el pedal de freno, este va hundiéndose cada vez más, para lograr frenar se preciaría levantar el pedal y volver a pisar el freno. Es un síntoma de dos averías:

- Hay una fuga en el circuito hidráulico: al pisar el pedal, se genera presión en el circuito y el líquido de frenos se sale por alguna fuga en el circuito. Con el uso va disminuyendo el nivel de líquido en el depósito y se llegará a no poder frenar. Es necesario reparar la fuga (normalmente en latiguillos) y rellenar el depósito de líquido de frenos hasta su nivel adecuado.

- b) *El cilindro maestro está deteriorado:* las juntas de caucho de los pistones del cilindro maestro tienen holgura y, al presionar el pedal el líquido de frenos, va volviendo al depósito en lugar de crear más presión en el sistema. El nivel del depósito no desciende y no se aprecia fuga. Hay que acudir al taller para que cambie el cilindro principal o las juntas del mismo.

8.7.3. El pedal de freno vibra al frenar

Es una sensación parecida a cuando actúa el ABS, y puede producirse por varias razones:

- Un disco o un tambor se han deformado a causa de un sobrecalentamiento, es necesario tornearlos o sustituirlos.
- La pinza del freno de disco está mal montada, hay que ver si se ha deteriorado y montarla bien.
- Las tuercas de alguna rueda están flojas, hay que comprobar el buen estado de las roscas y apretar correctamente.

8.7.4. El pedal se hunde sin resistencia y el vehículo no frena

Es una avería grave debido a que se pierde por completo el circuito de frenado de servicio. Lo más habitual es que el cilindro maestro tenga dos circuitos independientes y falle primero uno de ellos. El problema en estos casos es que el circuito hidráulico no tiene presión, lo que puede deberse a:

1. Una fuga considerable de líquido de frenos.
2. Existe aire en el circuito hidráulico.
3. Algún latiguillo del circuito está en mal estado y se hincha de fluido con la presión, con lo que no llega a los cilindros de frenado.

Será necesario sustituir la pieza defectuosa, y hacer un purgado del sistema para evitar la presencia de aire en el circuito.

8.7.5. Ruido excesivo al frenar

La presencia de ruido al frenar es incómoda e indica que hay una vibración en la superficie de frenado. Las causas pueden ser diversas:

- a) Las pastillas o zapatas de freno se han agotado y está rozando metal contra metal, produciendo un sonido metálico. En ese caso es necesario sustituir las antes de que se deteriore el disco o el tambor.
- b) Las pastillas o zapatas están muy gastadas, creándose un borde en los discos y tambores que roza con el soporte de ellas. Se sustituirán pastillas o zapatas y se revisará el desgaste de tambores y discos.
- c) Alguna partícula de suciedad se ha introducido entre las superficies de fricción. Si persiste habrá que revisar.
- d) Las pastillas o zapatas se han endurecido demasiado por sucesivos sobrecalentamientos (se han "cristalizado"), ya no frenan con efectividad y se requiere su cambio.

8.7.6. Pedal de freno demasiado duro

El servofreno no está creando la presión necesaria en el circuito hidráulico, por lo que cuesta mucho desplazar el pedal de freno. Hay varias razones para ello y debe inspeccionarlo un mecánico; una avería común es que el conducto de vacío entre el colector de admisión (o la bomba de vacío) y el servofreno tenga alguna entrada de aire.



Actividad propuesta 8.9

Enumera las averías principales del sistema de frenado de una ambulancia, e indica si se te ocurre alguna más que pudiera producirse, describiéndola.

Resumen

- El sistema de frenado de un vehículo se encarga de disminuir progresivamente la velocidad del vehículo y mantenerlo inmovilizado cuando está detenido.
 - El freno principal, o freno de servicio, permite controlar el movimiento del vehículo, llegando a detenerlo si fuera preciso de una forma segura y eficaz, en cualquier condición de velocidad y carga.
 - El freno de estacionamiento o de mano inmoviliza el vehículo en pendiente, incluso en ausencia del conductor. Puede emplearse en frenada de emergencia si falla el freno principal. Actúa sobre las ruedas traseras mediante un sistema de varillaje.
- Los sistemas de freno de servicio pueden ser freno de tambor o freno de disco.
- El repartidor de frenada frena las ruedas traseras con menor intensidad cuando hay poco peso en ellas.
- El servofreno amplifica la fuerza que el conductor ejerce sobre el pedal de freno produciendo una presión mayor sobre el circuito hidráulico de frenado, y concretamente en los pistones de las pinzas, permitiendo que el pie del conductor no se sobrecargue. Además hace que el conductor controle la fuerza de frenada con más precisión. El más empleado en utilitarios y ambulancias es el servofreno asistido por vacío. En vehículos de mayor peso, se utilizan sistemas hidráulicos o sistemas de aire a presión.
- El líquido de frenos transmite la presión a través del circuito hidráulico de frenado. Debe tener un punto de ebullición alto y se ajustan según la clasificación DOT.
- El circuito de frenado de asistencia se instala en vehículos pesados como complemento al freno convencional y los más comunes son decelerador electrodinámico y decelerador hidrodinámico.
- Los sistemas de ayuda a la conducción y frenada son ABS, control de estabilidad y control de tracción.
- Las operaciones básicas de mantenimiento que pueden realizarse sobre el sistema de frenos de un vehículo son la revisión del nivel del líquido de frenos, la sustitución del líquido de frenos y la supervisión del desgaste de las superficies de fricción.
- Las averías comunes que pueden aparecer en el sistema de frenos de un vehículo son frenada desequilibrada; el pedal de freno ofrece resistencia, pero se hunde si se mantiene pisado; el pedal de freno vibra al frenar; el pedal se hunde sin resistencia y el vehículo no frena; ruido excesivo al frenar; y pedal de freno demasiado duro.



Ejercicios propuestos

1. Define la misión principal del sistema de frenado.
2. ¿Cuáles son los componentes que conforman el freno de tambor?
3. Enumera los componentes que conforman el freno de disco.
4. Describe el funcionamiento del repartidor de frenada.
5. Explica la misión principal del servofreno.
6. ¿Qué es el líquido de frenos y qué características debe poseer?
7. ¿Para qué se utiliza el freno de estacionamiento y sobre qué ruedas actúa?
8. ¿Cómo actúa el decelerador electrodinámico?
9. ¿Qué acciones realiza el control de tracción?
10. Describe la forma de proceder en caso de una frenada de emergencia con un vehículo con ABS y con uno sin ABS.

Supuesto práctico

Judith, al estar conduciendo la ambulancia y detenerse en un semáforo, pisa el pedal de freno y este va hundiéndose cada vez más, sin retornar a su posición cuando lo suelta. Para lograr frenar Judith tiene que levantar el pedal y volver a pisar el freno.

Se pide:

- Determinar los motivos que pueden haber provocado esta avería.

Debate en clase

Temas para debatir:

- Considerando que el tiempo de reacción varía entre 0,5 a 1,5 segundos y depende de la persona y su estado, ¿se te ocurre algo para poder entrenar el cerebro y disminuir este tiempo aún más?

Teniendo en cuenta que el tiempo de detención o de parada técnica es la suma del tiempo de reacción más el tiempo de frenado, debate con tus compañeros en clase sobre los temas que se proponen.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. Es correcto afirmar que el circuito de frenado de asistencia:
 - a) Se suele colocar en vehículos pesados para ayudar al freno de servicio.
 - b) Pude estar compuesto por un decelerador hidrodinámico.
 - c) Desprende calor sin existir superficies de fricción, con lo que su vida útil es larga.
 - d) Todas las opciones son correctas.
2. Es correcto afirmar que el control de estabilidad:
 - a) En un subviraje, frena la rueda trasera interior a la curva.
 - b) En un sobreviraje, frena la rueda delantera exterior a la curva.
 - c) Posee sensores de giro de volante y de vehículo para analizar si dichos giros concuerdan.
 - d) Todas las opciones son correctas.
3. Es correcto afirmar que el freno de estacionamiento:
 - a) Actúa únicamente sobre las ruedas delanteras.
 - b) Actúa únicamente en frenos de tambor.
 - c) Emplea zapatas o pastillas de freno diferentes a las del freno de servicio.
 - d) Todas las opciones anteriores son incorrectas.
4. Es correcto afirmar que el servofreno:
 - a) Evita que la presión de frenado sea excesiva y las ruedas se bloqueen.
 - b) Dispone de un compresor que envía aire a presión a un lado del diafragma para ayudar en la frenada.
 - c) Permite ejercer mayor presión sobre el cilindro principal del sistema de frenos.
 - d) Emplea el líquido de dirección para lubricarse.
5. En los frenos de tambor:
 - a) El tambor gira a la misma velocidad que la rueda.
 - b) Las zapatas no giran, solo se desplazan un poco para rozar con el tambor y detener el vehículo.
 - c) El tambor, al calentarse, evacúa gran parte del calor generado en la frenada.
 - d) Todas las opciones son correctas.
6. Respecto al sistema ABS, es incorrecto que:
 - a) Aumenta la presión de frenado sobre la rueda que patina.
 - b) Es un sistema de ayuda a la frenada.
 - c) Evita el bloqueo de las ruedas al frenar permitiendo controlar la dirección del vehículo y reduciendo la distancia de frenado en casi todos los casos.
 - d) Disminuye la presión de frenado sobre la rueda que se va a bloquear para que no patine.

7. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el circuito de frenado de servicio es incorrecta?
- a) Suele estar formado por dos circuitos independientes, por seguridad.
 - b) Mantiene el vehículo en reposo en ausencia del conductor.
 - c) Se acciona a través de un pedal que produce presión en el circuito hidráulico de frenos.
 - d) Decelera el vehículo cuando el conductor lo acciona.
8. En relación con el líquido de frenos, es incorrecto afirmar que:
- a) Está catalogado mediante la clasificación DOT.
 - b) Es higroscópico: atrae y disuelve el agua para que no se acumulen gotas de agua en ningún punto del circuito.
 - c) Al adquirirlo, con conocer su viscosidad SAE es suficiente.
 - d) Se cambia periódicamente, dependiendo del tiempo desde su último cambio.
9. Indica cuál de las siguientes afirmaciones sobre el freno de disco es incorrecta:
- a) Las pastillas giran con la rueda mientras que el disco permanece fijo.
 - b) Los pistones se alojan en la pinza y empujan a las pastillas contra el disco.
 - c) El disco y las pastillas son los elementos de fricción.
 - d) El disco de freno gira a la misma velocidad que la rueda.
10. Respecto al sistema de frenado, es incorrecto que:
- a) Deba detener el vehículo de forma estable sin variar su trayectoria.
 - b) El freno de estacionamiento debe ser capaz de mantener detenido el vehículo incluso en pendiente.
 - c) La fuerza de frenado que realiza el freno de servicio debe ser baja inicialmente y aumentar paulatinamente independientemente de la fuerza ejercida sobre el pedal de freno.
 - d) La fuerza de frenado que realiza el freno de servicio debe ser proporcional a la fuerza ejercida sobre el pedal de freno.

SOLUCIONES:

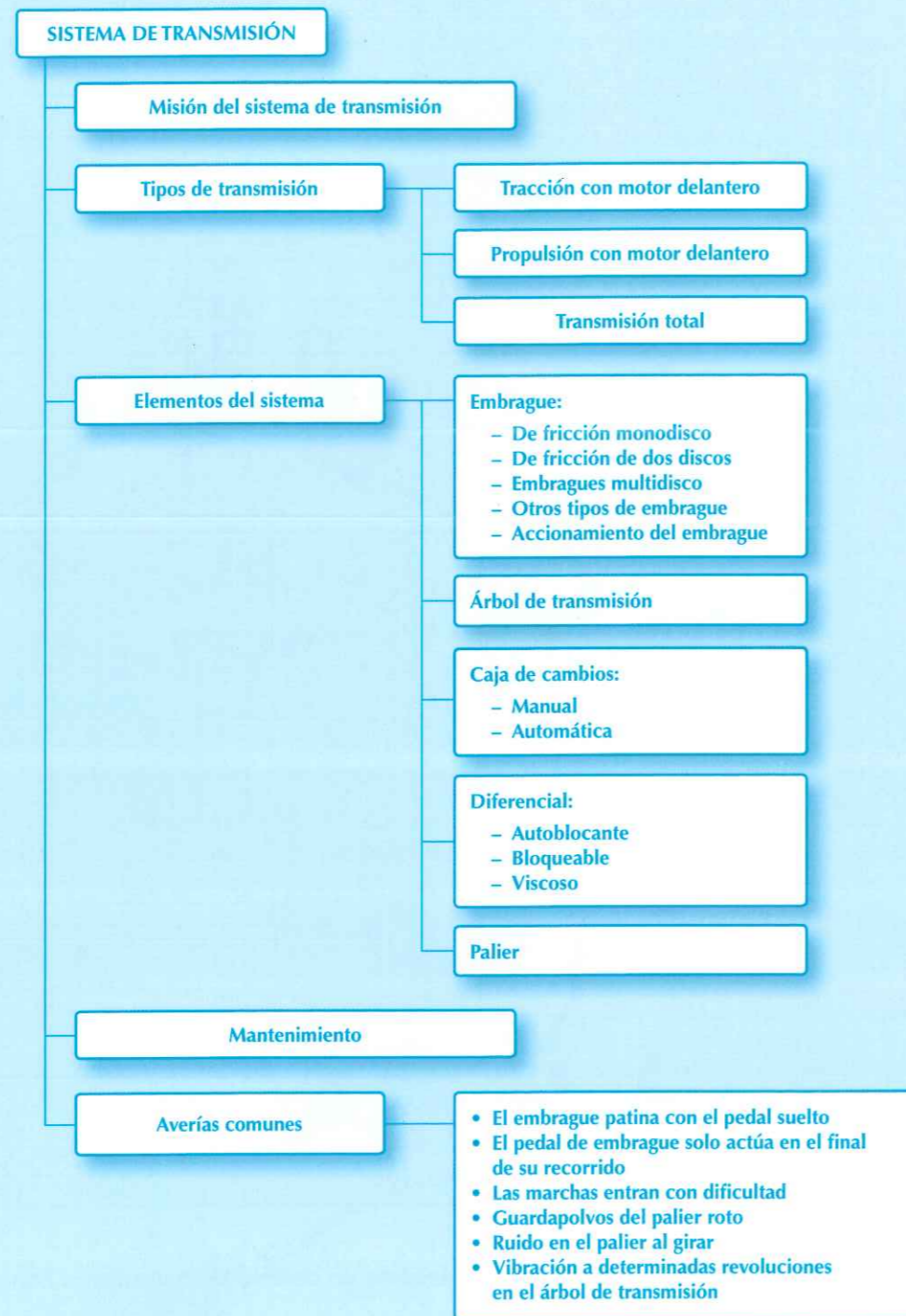
- | | | |
|---|---|--|
| 1. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | 5. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | |
| 2. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | 6. <input checked="" type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 9. <input checked="" type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d |
| 3. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | 7. <input type="checkbox"/> a <input checked="" type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 10. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d |
| 4. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 8. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | |

El sistema de transmisión

Objetivos

- ✓ Conocer el funcionamiento y las piezas de un sistema de transmisión convencional.
- ✓ Saber identificar los indicios de avería en el sistema de transmisión.
- ✓ Aprender las necesidades de mantenimiento del sistema.

Mapa conceptual



Glosario

Cojinete. Pieza o conjunto de piezas de metal o madera en las que se apoya y gira cualquier eje de maquinaria.

Frecuencia de resonancia. Frecuencia característica de un cuerpo o de un sistema que alcanza la máxima oscilación.

Par motor. Momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia o, lo que es lo mismo, la capacidad de una fuerza para girar un objeto alrededor de un eje, punto de apoyo, o de pivote.

Par resistente. Resistencia que debe ser vencida por el par motor para que exista movimiento en el sistema en cuestión. Lo pueden formar los pesos de las piezas que deben moverse, fuerzas que se opongan al par motor, etc.

Tarado. Capacidad que posee un elemento elástico para deformarse o no por aplicación de una carga sobre él. El tarado puede ser igual o distinto si la carga es de tracción o si es de compresión.

9.1. Misión del sistema de transmisión

El sistema de transmisión es el encargado de hacer llegar la energía mecánica del motor a las ruedas motrices para hacer que el vehículo se desplace. Además se encarga de transmitir dicha energía con la relación de transmisión adecuada (relación que existe entre la velocidad de giro del motor y la velocidad de giro de las ruedas) y es necesario que varíe con la situación del vehículo (velocidad, carga, pendiente de la calzada, etc.).

Ejemplo

Es lo mismo que se experimenta al subir un puerto de montaña con una bicicleta. Es necesario ajustar, mediante la marcha adecuada, la pendiente a subir, la carga de la bicicleta, el rozamiento con el asfalto, etc.

9.2. Tipos de transmisión

Existen varios tipos de transmisión dependiendo de la ubicación del motor y de las ruedas motrices. A continuación se analizan los más habituales.

9.2.1. Tracción con motor delantero

Un vehículo funciona por tracción cuando las ruedas motrices son las delanteras. Es como si las ruedas delanteras “tirasen del vehículo”. En estos casos, las ruedas delanteras son motrices y casi siempre también directrices. En este caso, el vehículo no posee árbol de transmisión. Este sistema es muy empleado en turismos de pequeña y mediana potencia, y en vehículos intermedios, como algunas ambulancias actuales. Los elementos que componen este tipo de transmisión son motor transversal, embrague, caja de cambios, diferencial, juntas trípode deslizantes derecha e izquierda, palieres derecho e izquierdo, juntas homocinéticas elásticas derecha e izquierda y ruedas motrices delanteras derecha e izquierda. Puede apreciarse en la figura 9.1 la disposición de dichos elementos en este tipo de transmisión.

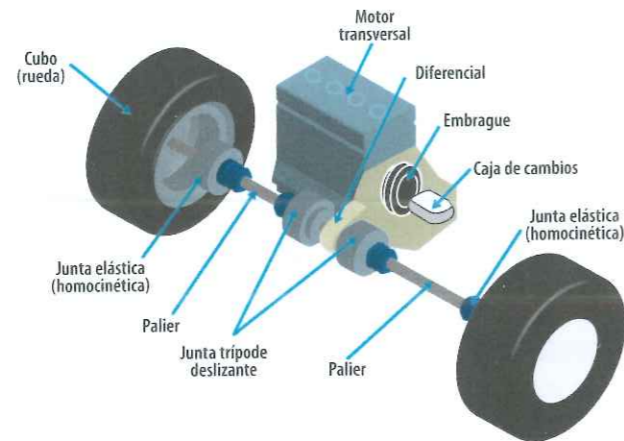


Figura 9.1
Esquema de componentes de sistema de tracción con motor delantero.

9.2.2. Propulsión con motor delantero

Un vehículo funciona por propulsión cuando las ruedas motrices son las traseras. Es como si las ruedas traseras “empujasen al vehículo”. Cuando se transmite demasiada potencia a las ruedas motrices, resulta problemático que se trate de ruedas motrices y directrices a la vez, con lo que se coloca un árbol de transmisión y se hace que las ruedas traseras sean las motrices y las delanteras las directrices. Este sistema se emplea en turismos de alta potencia, camiones pequeños y algunas furgonetas.

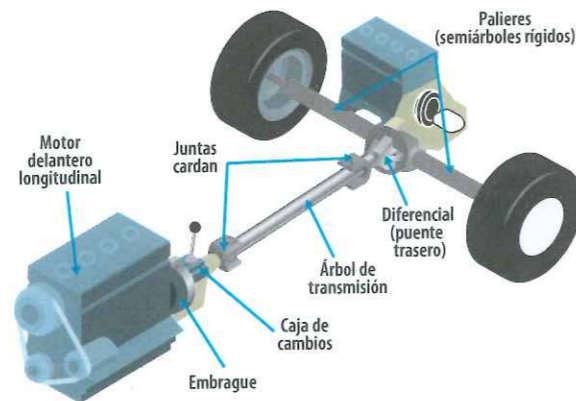


Figura 9.2
Esquema de componentes de sistema de propulsión con motor delantero.

Este sistema resulta más eficiente en fuertes aceleraciones ya que en dichas aceleraciones el peso del vehículo se desplaza hacia las ruedas traseras y se puede ejercer más potencia sin sufrir deslizamiento. Los elementos que componen este tipo de transmisión son motor delantero longitudinal, embrague, caja de cambios, árbol de transmisión, juntas cardán, diferencial trasero, palieres o semiárboles rígidos derecho e izquierdo trasero y ruedas motrices traseras derecha e izquierda.

En la figura 9.2 se puede ver la disposición de dichos elementos en este tipo de transmisión.

9.2.3. Transmisión total

En este caso los dos ejes del vehículo son motrices. En algunas ocasiones, dependiendo del modelo de vehículo, el conductor puede decidir si la potencia es enviada a los dos ejes (mejora la tracción), al eje trasero, o al delantero, pero lo habitual es que permita seleccionar tracción total o tracción en uno de los dos ejes, no en los dos. Este sistema se monta frecuentemente en vehículos todoterreno y en camiones de grandes tonelajes, especialmente los empleados en construcción y obras públicas. Los elementos que componen este tipo de transmisión total son motor delantero longitudinal, embrague, caja de cambios principal, caja de cambios transfer o reductora, árbol de transmisión delantero, árbol de transmisión trasero, juntas cardán en el árbol de transmisión trasero, diferencial trasero, diferencial delantero, palieres o semiárboles rígidos derecho e izquierdo delantero, palieres derecho e izquierdo trasero, ruedas motrices delanteras derecha e izquierda, ruedas motrices traseras derecha e izquierda.

En la figura 9.3 se puede ver la disposición de dichos elementos en este tipo de transmisión.

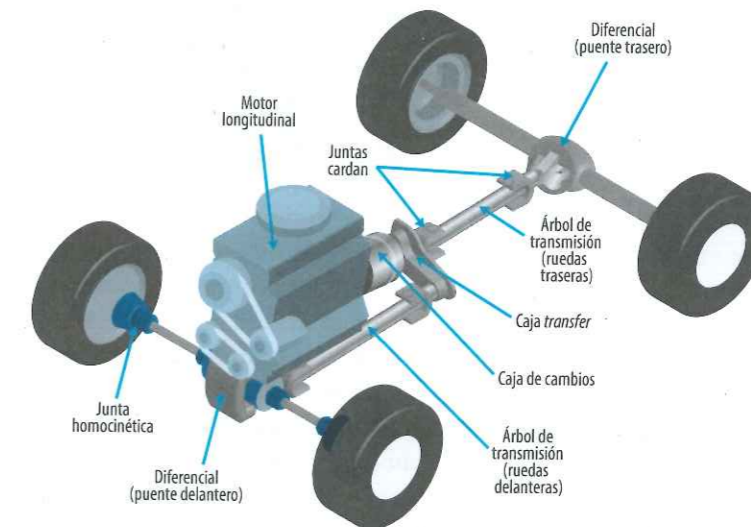


Figura 9.3
Esquema de componentes de sistema de transmisión total para un vehículo de tracción a las cuatro ruedas.

Existen otras configuraciones de transmisiones menos extendidas actualmente, como son los vehículos de propulsión con motor trasero (el motor se ventila peor), camiones con varios ejes traseros motores, etc.

WWW

Recurso web

Accede con el código QR adjunto para ver las diferencias principales entre los diversos sistemas de transmisión dependiendo de la posición del motor y del eje motor.



Actividad propuesta 9.1



Comenta las características de los tipos de transmisiones que conoces, según la posición del motor y del eje motor de los vehículos.

9.3. Elementos del sistema

A continuación se analizarán los elementos más representativos de los sistemas de transmisión, describiendo las características y función de cada uno de ellos.

9.3.1. Embrague

El embrague es un elemento que permite transmitir o interrumpir la cadena cinemática, desde donde se genera la energía cinética (motor térmico) hasta donde se aplica para conseguir el desplazamiento del vehículo (ruedas motrices), de forma voluntaria. En el automóvil, permite al conductor controlar la transmisión del par motor desde el motor hacia las ruedas motrices. Además permite hacer la transición de energía progresivamente, de manera que se controle la energía entregada a las ruedas motrices por parte del motor. Durante el proceso de transición, es decir, en el momento de embragar o desembragar, se produce una diferencia entre la energía producida por el motor y la que en ese momento se transmite a las ruedas motrices, que en ese preciso instante es "cero", porque el embrague ha interrumpido la cadena cinemática del vehículo, ya que ha separado el volante de inercia del cigüeñal de la caja de cambios. Cuando se embraga y desembraga, la energía se pierde en forma de calor en el embrague. Dicho embrague está colocado, por tanto, entre el volante de inercia del cigüeñal y la caja de cambios.

Existen diversos tipos de embrague, y se emplea uno u otro dependiendo de factores como el tipo de vehículo, los usos que se les dan a dichos vehículos, las cargas que transportan, la potencia, etc.

A continuación se analizan los diversos embragues:

A) Embrague de fricción monodisco

Es el más utilizado en los vehículos convencionales.

En la figura 9.4 se pueden ver los elementos que componen el embrague de fricción monodisco:

- Cigüeñal (1).
- Volante de inercia (2).
- Disco de fricción (3).
- Plato de presión (4).
- Muelle o resorte de diafragma (5).
- Eje primario o eje conducido (6).
- Cojinete de empuje (7).
- Cubierta o carcasa (8).
- Anillos de apoyo (9).

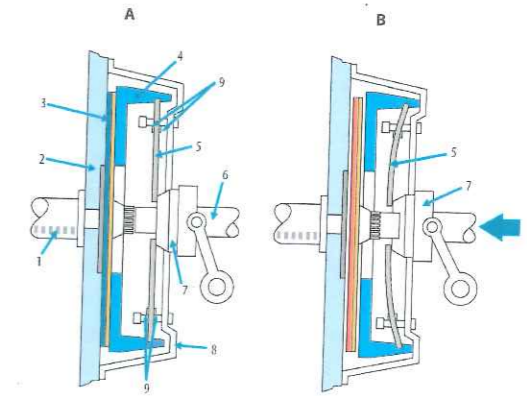


Figura 9.4
Embrague de fricción monodisco.

La figura 9.4 (A) representa el estado del embrague cuando no se pisa el pedal de embrague, y la figura 9.4 (B) representa el estado del embrague cuando sí se pisa el pedal de embrague.

El embrague de fricción monodisco posee elementos que giran solidarios con el motor y otros que giran solidarios con la caja de cambios, como se indica en el cuadro 9.1.

CUADRO 9.1
Elementos del embrague de fricción monodisco

Elementos que giran con el motor	<ul style="list-style-type: none"> - Cigüeñal. - Volante de inercia. - Plato de presión. - Diafragma. - Anillos. - Cubierta.
Elementos que giran con la caja de cambios	<ul style="list-style-type: none"> - Disco de embrague (o disco de fricción). - Eje conducido (tiene unas ranuras o estrías que encajan con el disco).

Cuando se pisa el pedal de embrague, el cojinete de empuje ejerce fuerza sobre el centro del diafragma, haciendo que este tire hacia la derecha del plato de presión separándolo del disco de embrague. La energía del motor en ese momento no se transmite a la caja de cambios. Se dice que el vehículo está desembragado.

Cuando no se pisa el pedal de embrague, es decir, que el embrague está en reposo, el vehículo está embragado con el giro del motor y conectado con el eje conducido de la caja de cambios. Para llegar a esta situación se ha ido soltando el pedal de embrague, el diafragma empuja de nuevo al plato de presión contra el disco de embrague, y cuanto más se suelta el pedal de embrague, con más fuerza lo empuja. Una vez soltado del todo el pedal de embrague, la fuerza de rozamiento debe ser suficiente como para no permitir deslizamiento de forma que motor y eje conducido de la caja de cambios giren juntos en cualquier régimen de esfuerzo.

En este proceso descrito se ve que la fuerza de fricción entre el disco de embrague y el volante de inercia depende de la posición del pedal de embrague. Así se controla la fuerza transmitida a las ruedas desde el motor, perdiéndose parte de la energía producida por el motor en forma de calor por el deslizamiento del embrague con el volante de inercia y el plato de presión, en los momentos de embragar y desembragar.

Si se usa mucho el embrague al conducir, o se emplea de forma incorrecta, el conjunto se sobrecalienta provocando un efecto parecido al que se produce al sobrecalentar los discos de freno, perdiéndose temporalmente adherencia y desgastando y deteriorando los materiales.

El disco de embrague gira solidario con el eje conducido de la caja de cambios gracias a unas estrías del disco en las que encaja el conducido. Dichas estrías permiten que el disco se desplace longitudinalmente sobre el eje al utilizar el embrague. El disco sufre rozamiento por ambas caras, una con el volante de inercia y la otra con el plato de presión.

El disco de embrague posee dos partes móviles acopladas mediante muelles helicoidales para disminuir las vibraciones durante los deslizamientos. El diámetro del disco y, por tanto, la superficie de rozamiento dependen de la potencia y peso del vehículo.

El plato de presión gira de forma solidaria con el volante de inercia y a la carcasa. Está sujeto a la carcasa y es la parte que se desplaza durante el accionamiento del embrague. Dicho plato de presión es empujado por el muelle o diafragma de la carcasa y presiona al disco de embrague contra el volante de inercia.

Actividad propuesta 9.2



Enumera los elementos que en un embrague de fricción monodisco giran solidarios con el motor y los que giran junto a la caja de cambios.

B) Embrague de fricción de dos discos

Si por la potencia o peso del vehículo es necesario un diámetro de disco de embrague demasiado elevado, se suelen emplear embragues de doble disco, en los que se coloca un disco de embrague más y se separan ambos mediante un "plato de arrastre" que gira solidario con el plato de presión y al cigüeñal.

C) Embrague multidisco

En motocicletas se suelen utilizar embragues con muchos discos, la mitad de ellos giran solidarios con el cigüeñal y la otra mitad a la caja de cambios. Existen también otras soluciones bañadas en aceite para conseguir mayor durabilidad de los mismos. Para las tareas de mantenimiento será necesario conocer el tipo de embrague del vehículo.

D) Otros tipos de embrague

Existen otros tipos de embrague que aunque se emplean actualmente, son menos conocidos que los vistos hasta este momento. Dichos tipos se describen a continuación.

1. Embrague automático mecánico

Se instala normalmente en vehículos con caja de cambios automática. Son vehículos sin pedal de embrague y el accionamiento del mismo es por fuerza centrífuga.

2. Embrague hidráulico o turboembrague

Se monta con cajas de cambios automáticas y semiautomáticas. Emplea un fluido para acoplar una bomba centrífuga y una turbina receptora.

Con el motor al ralentí la bomba centrífuga no consigue enviar potencia a la turbina, permaneciendo la caja de cambios desacoplada. Según aumentan las revoluciones, se bombea más aceite hacia la turbina y esta recibe más par motor. A altas revoluciones la bomba y la turbina giran casi a las mismas revoluciones (la turbina gira alrededor del 98% de lo que gira la bomba, produciéndose un pequeño resbalamiento).

Es un embrague suave y con muy poco desgaste, aunque su precio es alto y poco eficiente energéticamente para los vehículos.

Recursos web

www

Con los códigos QR adjuntos tienes acceso a vídeos que muestran:

1. El movimiento de los diferentes elementos cuando se pisa el pedal de embrague y cuando no.
2. Los elementos, incluyendo el disco de fricción, y el diafragma.
3. El funcionamiento de un embrague multidisco.



E) Accionamiento del embrague

En los embragues más utilizados, el accionamiento del mismo es manual y requiere que la acción del pedal produzca un desplazamiento en el embrague. Los accionamientos más habituales son los que se describen en el cuadro 9.2.

CUADRO 9.2
Accionamientos del embrague más habituales

Accionamiento mecánico	Un cable o varilla metálica unen el pedal de embrague con la horquilla del collarín (la pieza que empuja normalmente al diafragma). Puede ser de regulación automática o manual. Se utiliza en vehículos pequeños y medianos.
Accionamiento hidráulico	El pedal de embrague genera presión en un circuito hidráulico y desplaza un bombín para mover la horquilla del collarín.



Actividad propuesta 9.3

Según los dos accionamientos posibles del embrague, comenta las ventajas e inconvenientes de cada uno que se te ocurran. Razona cada respuesta.

9.3.2. Caja de cambios

En los vehículos, la caja de cambios o caja de velocidades es el elemento encargado de obtener en las ruedas motrices el par motor suficiente para poner en movimiento el vehículo cuando está parado, y una vez en marcha obtener un par suficiente en ellas para vencer las resistencias al avance. El par resistente es el par que se opone a que el vehículo se mueva y los factores que lo determinan son el rozamiento con el aire, el rozamiento del neumático con el firme, si hay o no pendiente en ascenso, etc.

Comparando el par motor con el par resistente, pueden darse dos situaciones:

1. Si el par motor es mayor que el par resistente, el vehículo acelera.
2. Si el par motor es menor que el par resistente, el vehículo desacelera.

La misión de la caja de cambios es la de hacer que el motor funcione al régimen de revoluciones más adecuado según las necesidades de conducción, y para ello, se encarga de:

- a) Revolucionar el motor para obtener más potencia cuando se necesita acelerar o subir una cuesta.
- b) Llevar el motor a la zona de par máximo para minimizar el consumo de combustible, de la forma más independiente posible a la velocidad del mismo.
- c) Usar el freno del motor en revoluciones adecuadas.

Existen dos tipos de cajas de cambio en función de su accionamiento: manual y automática.

A) Caja de cambios manual

Es la más utilizada ya que es barata de producir y eficiente. Varía la relación de transmisión para conseguir el par adecuado mediante la selección de pares de piñones engranados de diferente diámetro.

www

Recurso web

Accede con el código QR adjunto para observar los diferentes engranajes que conforman una caja de cambios. Las cajas de cambio suelen lubricarse por salpicadura o barboteo.



En la figura 9.5 puede verse una simplificación del funcionamiento de una caja de cambios manual. En color verde se ve el eje primario, que recibe el movimiento del embrague. De color rojo, el eje auxiliar (o posterior) que recibe el giro del eje primario; y se encuentran permanentemente engranados. En color amarillo se aprecia el eje secundario, que está conectado a las ruedas motrices del vehículo. El eje secundario gira solidario con los selectores de marcha, de color morado, y los engranajes conducidos, de color azul, ruedan libres sobre él. Hay un engranaje conducido por cada marcha. Cuando un selector se aproxima a un engranaje conducido

hace que el eje amarillo gire a la misma velocidad que el engranaje conducido, en ese momento se ha seleccionado una marcha. Según qué engranaje conducido, de color azul, se una al eje secundario mediante los selectores, se estará escogiendo una u otra marcha. Si se selecciona la marcha atrás, el movimiento pasa a través de un tercer engranaje con lo que se invierte el sentido de giro de salida, es decir, el sentido de giro del eje secundario.

Los engranajes de este tipo de cajas de cambios pueden ser engranajes rectos, pero la mayoría de cajas actuales los llevan helicoidales para favorecer el acoplamiento y desacoplamiento de las parejas de engranaje en los cambios de marcha, con excepción del engranaje que se emplea para invertir el sentido de giro en la marcha atrás, que suele ser un engranaje recto debido a que estos soportan mayores esfuerzos.

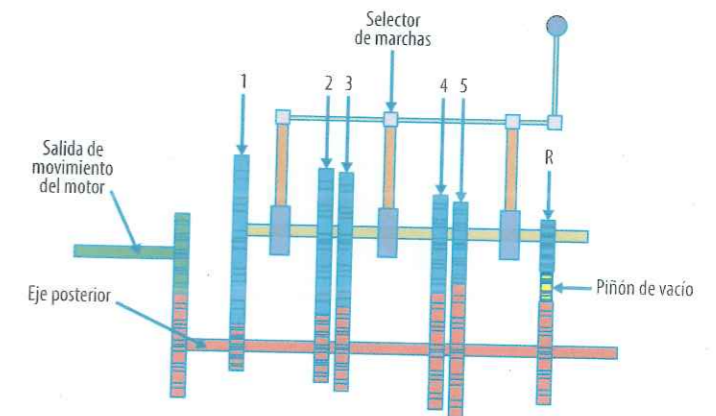


Figura 9.5
Funcionamiento de caja de cambios manual.

B) Caja de cambios automática

Este tipo de cajas de cambio puede encargarse por sí misma de cambiar la relación de cambio a medida que el vehículo se mueve, liberando así al conductor de la tarea de cambiar de marcha manualmente.

Empleando unos dispositivos de mando hidráulico se seleccionan distintos engranajes, frenos y embragues, activándose así la marcha deseada. La selección de la marcha dependerá de la posición de la palanca de marchas, el pedal de aceleración, la velocidad y el par resultante, que es la relación entre el esfuerzo que está realizando el motor para mover el vehículo y todas las fuerzas que se oponen al desplazamiento. Una caja de cambios automática generalmente tiene mayores dimensiones que una manual y sus engranajes suelen ser helicoidales, para favorecer el acoplamiento y desacoplamiento de las parejas de engranaje en los cambios de marcha.

En la figura 9.6 se puede ver la posición de los componentes de una caja de cambios automática.



Figura 9.6
Caja de cambios automática.

Actividad propuesta 9.4



En una caja de cambios automática, ¿de qué factores depende la selección de la marcha?

9.3.3. Árbol de transmisión

Como puede verse en la figura 9.7, el árbol o eje de transmisión transmite el movimiento desde el eje secundario de la caja de cambios al diferencial, y se utiliza en vehículos con motor delantero de propulsión.

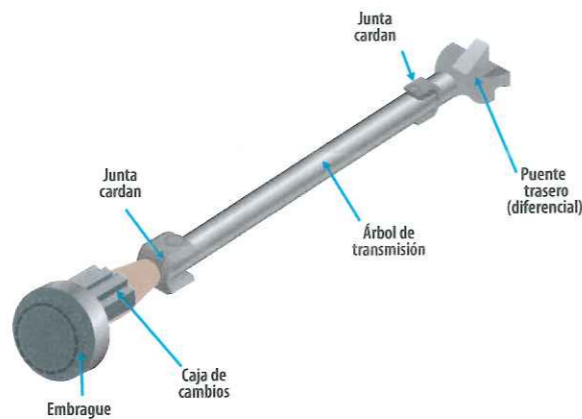


Figura 9.7
Acoplamiento de la caja de cambios al puente trasero (diferencial).

Físicamente es un eje con articulaciones en ambos extremos perfectamente equilibrado, debido a que gira a altas revoluciones. En ambos extremos suele llevar juntas universales de tipo cardán.

Las juntas cardán son sencillas y transmiten con eficacia el giro, aunque cuando el ángulo entre los tramos del árbol es grande, generan oscilaciones en la velocidad de rotación. Por este motivo, si se colocasen en estas condiciones, provocarían un desgaste excesivo en las cubiertas de las ruedas y pérdida de energía. Por eso, cuando es necesario soportar ángulos pronunciados se opta por otro tipo de juntas.

En árboles de transmisión de ángulo fijo se pueden colocar dos juntas cardán (una en cada extremo del árbol) de forma que la variación de velocidad angular de una de ellas contrarreste a la otra.

Si el ángulo de giro es pequeño se utilizan juntas de goma, que pueden ser de varios tipos:

1. *Juntas de disco*: se emplean cuando el puente trasero está fijo a la carrocería o para secciones intermedias de transmisión, puesto que no necesitan transmitir el giro con grandes variaciones angulares, de 3° a 5° . Se trata de discos de tejido o articulaciones de goma interpuesta entre dos bridas sujetas con pernos de unión. Existen árboles de transmisión con secciones intermedias fijadas a la carrocería y juntas de disco.
2. *Juntas silentblock*: son más elásticas que los discos, permiten desviaciones angulares de 5° a 8° . Tienen la ventaja de amortiguar las oscilaciones y ruidos en la transmisión. También pueden eliminar el elemento deslizante, debido a su propia elasticidad transversal, cuando van montadas entre elementos fijos.

9.3.4. Diferencial

El diferencial es el elemento mecánico que permite que las ruedas derecha e izquierda de un vehículo giren a revoluciones diferentes, según este se encuentre tomando una curva hacia un lado o hacia el otro. Cuando un vehículo toma una curva, la rueda del interior de la curva recorre un camino más corto que la rueda exterior. Si no se coloca un diferencial, el vehículo intentaría seguir recto en lugar de trazar la trayectoria marcada por la dirección y para conseguir tomar una curva sería necesario el deslizamiento de los neumáticos con la calzada, generando desgaste excesivo de neumáticos, pérdida de adherencia e inestabilidad en el vehículo.

Recurso web

Accede con el código QR adjunto para visionar un vídeo en el que podrás apreciar el mecanismo de un diferencial, de forma básica.



Está constituido por dos piñones cónicos llamados *planetarios*, unidos a los extremos de los palieres de las ruedas y otros dos piñones cónicos llamados *satélites* montados en los extremos de sus ejes portasatélites y que se engranan con los planetarios.

En la figura 9.8 aparece en morado la corona, que es movida por el árbol de transmisión y hace girar a los satélites; en esta imagen solo se ha dibujado uno en color verde para simplificar, el otro iría enfrentado superiormente. Cuando el vehículo circula en línea recta los satélites no giran sobre su propio eje, haciendo que ambos planetarios, el engranaje rojo y amarillo de la figura, giren a la misma velocidad, y por consiguiente también ambas ruedas a la misma velocidad. Cuando se circula en una curva, los satélites giran sobre su eje permitiendo que una rueda gire más que la otra.

En vehículos de tracción con motor delantero, el diferencial está integrado con la caja de cambios y no hay árbol de transmisión.

Un diferencial ordinario reparte la fuerza por igual entre ambas ruedas (reparto 50%-50%), la capacidad de tracción máxima es siempre el doble de la de la rueda con menor tracción. En caso de que una fuerza de tracción sea cero en una de las ruedas, la capacidad de tracción total es lógicamente cero, porque el diferencial ordinario exige que exista siempre algo de tracción en ambas ruedas. Para solucionar este problema se emplean diferenciales autoblocantes.

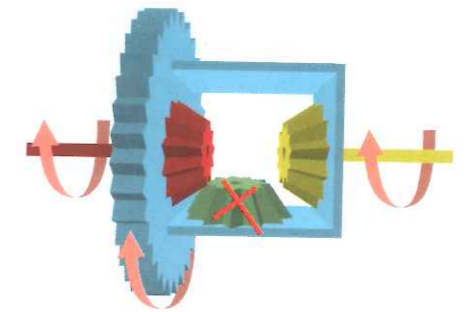


Figura 9.8
Componentes de un diferencial simplificado.

A) Diferencial autoblocante

Es un tipo de diferencial en el que se anula una parte del efecto diferencial, es decir, limita la posibilidad de que una rueda gire libre respecto a la otra según un tarado fijo predeterminado. Ese tarado se expresa como una relación entre las dos ruedas en tanto por ciento, de forma que el cero corresponde a un diferencial libre, y el 100 a ruedas que giran solidarias, es decir, con el diferencial completamente bloqueado, como si fuera un eje rígido. Los hay de varios tipos, aunque tradicionalmente los más utilizados son los autoblocantes mecánicos, en los que, al detectar alguna diferencia de giro entre los semiejes, la resistencia de un muelle hace actuar un mecanismo que aumenta el rozamiento interno limitando el efecto diferencial, empleando discos de fricción parecidos a los usados en embragues. Actualmente se utilizan mucho los diferenciales autoblocantes electrónicos, que utilizan los sensores del ABS y frenan las ruedas que pierden adherencia, e incluso limitan momentáneamente la potencia del motor para que no se pierda la capacidad de tracción por ellas. Otros tipos de diferenciales son los torsen y los de acoplamiento viscoso.

B) Diferencial bloqueable

Se utilizan para evitar que la capacidad de transmitir movimiento de un conjunto mecánico se pierda por el hecho de que una de las ruedas patine. Pueden ser bloqueables manualmente o autoblocantes. En los bloqueables manualmente, el conductor puede, a través de un mando específico, hacer solidarias las ruedas de un mismo eje, anulando el efecto diferencial. Al hacer solidarios los dos ejes, solo se puede utilizar el bloqueo manual a bajas velocidades y cuando las condiciones de adherencia sean realmente malas, pues de no ser así la transmisión se vería sometida a esfuerzos que podrían producir daños mecánicos.

Este tipo de diferenciales casi no se usa en turismos y solo se monta en algunos vehículos todoterreno.

C) Diferencial viscoso

Es aquel en el que no existe una unión mecánica entre los semiejes, sino a través de un fluido de alta viscosidad. Este fluido baña un cilindro en el que hay dos juegos de discos intercalados, cada uno de ellos solidario con uno de los semiejes del diferencial. Si la diferencia de giro entre estos dos juegos de discos no es grande, que corresponde a la que se produce entre las ruedas de cada lado al tomar una curva, se mueven casi independientemente. Ahora bien, a medida que la diferencia de giro aumenta, los que giran más rápido tienden a arrastrar a los otros. Si se trata de un diferencial trasero y una de las dos ruedas patina, arrastra a la otra, lo que mejora la tracción. Este sistema puede estar unido a un diferencial normal, como sistema autoblocante, y en este caso se denomina *diferencial de acoplamiento viscoso*.

El principal inconveniente del sistema viscoso de transmisión es que su funcionamiento está muy condicionado por la temperatura del fluido, que pierde viscosidad a medida que se calienta.

Actividad propuesta 9.5



Comenta las características principales de los diferenciales existentes.

9.3.5. Palier

Se denomina *palier* o *semiárbol* de transmisión al eje que transmite el movimiento a la rueda motriz desde el diferencial. Es necesario que varíe su longitud ya que las ruedas se mueven con la amortiguación y en caso de ser ruedas directrices también deben soportar ángulos considerables. Suelen utilizar juntas homocinéticas.

1. Junta homocinética

Suele unir dos ejes haciendo que la velocidad entre ellos sea igual en todo momento. El palier de transmisión de las ruedas se conecta por uno de sus extremos con el diferencial y por el otro con el buje de la rueda. Esta transmisión de movimiento está sometida a los movimientos oscilatorios de la suspensión y los movimientos giratorios de la dirección, y por lo tanto debe ser articulada. La junta homocinética permite estos movimientos sin que por ello las ruedas pierdan tracción ni sufran las transmisiones.

Existen tres tipos principales de juntas homocinéticas, y pueden apreciarse en la figura 9.9: de doble cardan, de bolas y de trípode deslizante.



Figura 9.9
Tipos de junta homocinéticas: de doble cardan Directindustry (a);
de bolas (b) y de trípode deslizante GKN (c).

Cada una de ellas suelen estar protegidas por guardapolvos de goma para evitar la entrada de suciedad en los cojinetes.

Recurso web

WWW

Accede con el código QR adjunto para visionar un vídeo sobre el funcionamiento de un diferencial, y sus componentes principales.



9.4. Mantenimiento del sistema de transmisión

Aunque las operaciones de mantenimiento desde un punto de vista preventivo son muy diversas, se van a analizar las más características y relevantes de los componentes que en este capítulo se han analizado.

9.4.1. Embrague

El embrague es una pieza de desgaste debido al rozamiento cuando se emplea, especialmente entre el disco y el plato de fricción, pero su duración en tiempo y kilómetros puede llegar a ser muy elevada. El desgaste lo determinan factores como el tipo de conducción, al igual que el tráfico, las pendientes, la carga del vehículo, etc., y por eso no se especifican periodos de sustitución concretos, solo aproximaciones que oscilan entre los 70.000 a 500.000 km.

Un elemento que suele requerir mantenimiento preventivo es el mecanismo de actuación del embrague:

- a) En sistemas hidráulicos se debe revisar el nivel del depósito y realizar el cambio del líquido según especificaciones temporales del fabricante, de forma similar al sistema de frenos, hay que fijarse bien en el tipo de fluido que utilizar.
- b) En sistemas de accionamiento autoajustables por cable se regulará la tensión del cable de embrague, en general dejando unos 3 cm de recorrido del pedal hasta que empiece a actuar.

Si con el vehículo embragado se percibe que el embrague patina, es decir, que las revoluciones del motor no están en consonancia con el desplazamiento del vehículo, es una buena señal para pensar que el disco de embrague está agotado.

9.4.2 Caja de cambios

Igual que en el caso anterior, se trata de un dispositivo de reducido mantenimiento, y las operaciones básicas son:

1. Cambiar el aceite en el periodo indicado por el fabricante.
2. Ajustar el mecanismo de actuación si las marchas entran con dificultad.
3. Vigilar los posibles goteos de aceite.

9.4.3. Árbol de transmisión

Si el árbol de transmisión posee juntas cardan y estas son engrasables, llevan una válvula en la cruceta a tal efecto, se inyectará grasa para lubricar sus cojinetes con la periodicidad y tipo de grasa indicados por el fabricante.

9.4.4. Diferencial

Es un elemento con muy bajo mantenimiento, aunque se recomienda:

- Comprobar si hay fugas de lubricante en los cojinetes.
- En algunos casos, comprobar su nivel de aceite.

9.4.5. Palieres

Se comprobará que sus guardapolvos están en buenas condiciones. Si se han roto, la suciedad entra y se adhiere al lubricante desgastando los cojinetes. Es necesario desmontar el palier, limpiarlo y sustituir el guardapolvos.



Actividad propuesta 9.6

Describe las operaciones principales de mantenimiento, desde un punto de vista preventivo, que se pueden realizar en cada uno de los elementos importantes del sistema de transmisión.

9.5. Averías comunes del sistema de transmisión

Al igual que sucede con el mantenimiento, las averías más frecuentes desde un punto de vista preventivo son muy diversas, y se van a analizar las más características y relevantes de los componentes que en este capítulo se han analizado.

9.5.1. El embrague patina con el pedal suelto

Puede indicar que el embrague está desgastado o el sistema de accionamiento mal regulado o estropeado. Es necesario repararlo ya que si no está desgastado se desgastará por la fricción.

9.5.2. El pedal de embrague solo actúa en el final de su recorrido

Igual que en el caso anterior, puede ser por desgaste excesivo o por problemas con el sistema de accionamiento. Si el accionamiento es hidráulico puede ser por pérdida de fluido, se nota porque al mantener el pedal pisado suele engranar de nuevo y se precisa soltar y volver a pisar.

9.5.3. Las marchas entran con dificultad

Indica que hay un problema en la caja de cambios o en el sistema de accionamiento, por lo que se requiere ajustarla. Si el problema está en la caja de cambios y cuesta más meter las marchas en frío, es posible que el nivel de aceite de la caja sea incorrecto o el aceite esté envejecido.

9.5.4. Guardapolvos del palier roto

Es necesario extraer el palier y si no se ha deteriorado, limpiar y colocar un guardapolvos nuevo.

9.5.5. Ruido en el palier al girar

Si cuando circulamos por una curva cerrada y aceleramos se oye un golpeteo, es una señal para pensar que alguna junta del palier está desgastada y ha cogido holgura. Es necesario sustituirla.

9.5.6. Vibración a determinadas revoluciones en el árbol de transmisión

Los árboles de transmisión pueden vibrar por varios motivos. Normalmente la vibración se da en un rango de velocidad determinado, que es cuando se alcanza la frecuencia de resonancia del eje. Si esto ocurre puede deberse a varias causas:

- El árbol de transmisión se ha deformado y está desequilibrado, siendo necesario sustituirlo o repararlo.
- Algún cojinete está deteriorado y provoca el desequilibrio del eje. En este caso también se suele notar un golpe al pasar de marcha atrás a primera marcha. Es necesario cambiar la cruceta y los cojinetes y posteriormente reequilibrar el árbol.

Actividad propuesta 9.7



Enumera las averías comunes que pueden producirse en un sistema de transmisión desde el punto de vista de un mal mantenimiento preventivo del sistema.

Resumen

- El sistema de transmisión transmite la energía mecánica del motor a las ruedas motrices para hacer que el vehículo se desplace.
- Dependiendo de la ubicación del motor y de las ruedas motrices, los sistemas de transmisión pueden ser de tracción con motor delantero, de propulsión con motor delantero, de tracción total y sistemas diversos (propulsión con motor trasero y varios ejes traseros motrices).
- Los elementos principales del sistema de transmisión son embrague (de fricción monodisco, de fricción de dos discos; multidisco; y otros tipos como el embrague automático mecánico y el embrague hidráulico o turboembrague), caja de cambios (manual y automática), árbol de transmisión (juntas de disco o juntas *silentblock*), diferencial (autoblocante, bloqueable o viscoso) y palier (junta homocinética, de doble cardan, de bolas o de trípode deslizante).
- Las operaciones de mantenimiento son muy diversas pero los elementos que mayoritariamente deben revisarse en el sistema de transmisión son el embrague, la caja de cambios, el árbol de transmisión, el diferencial y los palieres.
- Las averías más frecuentes desde un punto de vista preventivo son muy diversas, pero las más recurrentes son que el embrague patina con el pedal suelto; el pedal de embrague

solo actúa en el final de su recorrido; las marchas entran con dificultad; el guardapolvos del palier está roto; hay ruido en el palier al girar; y existe vibración a determinadas revoluciones en el árbol de transmisión.

Ejercicios propuestos



- Enumera los componentes de un vehículo de tracción con motor delantero.
- Responde si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:
 - Un vehículo de propulsión es aquel cuyo eje motor es el trasero.
 - Un vehículo de tracción es aquel cuyo eje motor es el trasero.
 - Un vehículo de propulsión con motor delantero no precisa árbol de transmisión.
 - Un vehículo de tracción total necesita dos árboles de transmisión.
- ¿Qué misión tiene el embrague en el sistema de transmisión?
- Describe el procedimiento de accionamiento del embrague dependiendo de si es mecánico o hidráulico.
- Indica la misión principal de la caja de cambios y los factores de los que se encarga para conseguirla.
- Explica lo que sepas de las juntas de disco y las juntas *silentblock* que pueden encontrarse en los árboles de transmisión.
- Enumera los elementos principales que conforman un diferencial.
- ¿A qué se denomina *palier* o *semiárbol* de transmisión? ¿Qué características debe poseer?
- Si al cambiar de marcha, las marchas entran con dificultad, ¿qué puede significar?
- Determina las causas a las que puede deberse una vibración a determinadas revoluciones en el árbol de transmisión.

Supuesto práctico

Un día de trabajo normal, Carlo notó que, cuando arrancó la ambulancia y pretendió ponerla en movimiento, tuvo que pisar varias veces el pedal de embrague y percibió que las revoluciones del motor no se transmitían adecuadamente a las ruedas motrices, como que se perdía energía en algún punto. Miró debajo de la

ambulancia y vio un pequeño charco de aceite bajo el embrague.

Se pide:

- Analizar las posibles causas que pudieron provocar esta situación.
- Indicar si algún componente pudo estar en mal estado, etc.

Debate en clase

Temas para debatir:

- ¿A qué crees que se debe que, tras años de investigación y desarrollo de estos sistemas, no se ha desarrollado otra configuración o sistema capaz de superar los sistemas convencionales de transmisión, con mayores prestaciones, mejores rendimientos, menos dependientes a fallos mecánicos?
- ¿Se te ocurre alguna alternativa a estos sistemas mecánicos de transmisión, como sistemas electrónicos, eléctricos, etc.?

Los sistemas de transmisión analizados en este capítulo son los más empleados actualmente, aunque al estudiar sus componentes se puede ver que son vulnerables a fallos mecánicos como roturas y deformaciones.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. Con el motor desembragado, las piezas que giran solidarias con el cigüeñal son:
 - a) El volante de inercia y el eje conducido de la caja de cambios.
 - b) El volante de inercia, la carcasa, el plato de presión y el disco de embrague.
 - c) El volante de inercia, la carcasa, el plato de presión y el diafragma.
 - d) El volante de inercia.
2. Con el motor desembragado, las piezas que giran solidarias con el eje conducido de la caja de cambios son:
 - a) El disco de embrague y la caja de cambios, que giran separadamente.
 - b) La carcasa, el plato de presión y el diafragma.
 - c) El plato de presión.
 - d) El disco de embrague.

3. En relación con el disco de embrague, es correcto afirmar que:
 - a) Posee material de fricción en sus dos caras.
 - b) Se acopla al eje conducido de la caja de cambios con varias ranuras que facilitan su desplazamiento longitudinal.
 - c) Posee muelles que absorben vibraciones entre el eje conducido y las superficies de fricción.
 - d) Todas las opciones son correctas.
4. Sobre el árbol de transmisión, es incorrecto que:
 - a) Se encuentra en todos los vehículos de tracción trasera.
 - b) Se encuentra entre otros casos en vehículos de propulsión con motor delantero.
 - c) Transmite el movimiento desde la caja de cambios al diferencial.
 - d) Las diferencias angulares suele compensarlas mediante juntas cardan.
5. En relación con el diferencial, es incorrecto afirmar que:
 - a) Se necesita para que cuando un vehículo toma una curva las ruedas motrices del mismo eje giren sobre sí mismas a diferente velocidad.
 - b) Se coloca indistintamente en ejes motores y no motores.
 - c) La corona del diferencial se mueve mediante el árbol de transmisión.
 - d) Al circular en línea recta, los satélites del diferencial no deben girar sobre sus propios ejes.
6. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la caja de cambios es incorrecta?
 - a) Varía la relación de transmisión entre el motor y las ruedas motrices para ajustarla a las necesidades de la conducción.
 - b) Las manuales permiten al conductor dentro de ciertos límites, escoger el régimen de motor deseado.
 - c) Sus engranajes no necesitan mantenimiento ni lubricación.
 - d) Se conecta con el motor a través del embrague.
7. La mayoría de los utilitarios actuales son:
 - a) De propulsión con motor delantero.
 - b) De tracción con motor delantero.
 - c) De propulsión con motor trasero.
 - d) De tracción con motor trasero.
8. En relación con las juntas homocinéticas, es correcto afirmar que:
 - a) Se emplean en todos los árboles de transmisión.
 - b) Posibilitan que los dos ejes que unen giren a la misma velocidad.
 - c) Se emplean entre otros casos en palieres de las ruedas directrices.
 - d) Las opciones b) y c) son correctas.

9. Los embragues estudiados en este capítulo son:

- a) Embrague de fricción tridisco, embrague de fricción de dos discos, embrague multidisco, otros tipos de embrague como el embrague automático mecánico y el embrague hidráulico o turboembrague.
- b) Embrague de fricción monodisco, embrague de fricción de dos discos, embrague pentadisco, otros tipos de embrague como el embrague automático mecánico y el embrague hidráulico o turboembrague.
- c) Embrague de fricción monodisco, embrague de fricción de dos discos, embrague multidisco, otros tipos de embrague como el embrague automático mecánico y el embrague hidráulico o turboembrague.
- d) Embrague de fricción monodisco, embrague de fricción de dos discos, embrague multidisco, otros tipos de embrague como el embrague automático magnético y el embrague hidráulico o turboembrague.

10. El sistema de transmisión convencional transmite:

- a) La energía mecánica de las ruedas motrices al motor para hacer que el vehículo se desplace.
- b) La energía mecánica del motor a las ruedas motrices para hacer que el vehículo se desplace.
- c) La energía calorífica del sistema de frenado al motor para hacer que el vehículo se desplace.
- d) La energía mecánica del motor a todas las ruedas para hacer que el vehículo se desplace.

SOLUCIONES:

1. a b c d
 2. a b c d
 3. a b c d
 4. a b c d

5. a b c d
 6. a b c d
 7. a b c d
 8. a b c d

9. a b c d
 10. a b c d

El sistema de suspensión y el sistema de dirección

Objetivos

- ✓ Conocer qué es la suspensión y su función.
- ✓ Identificar los elementos que conforman la suspensión.
- ✓ Reconocer diversos tipos de suspensiones.
- ✓ Aprender qué es la dirección y su función.
- ✓ Distinguir diversos sistemas de dirección y sus componentes.
- ✓ Saber desarrollar el mantenimiento y las reparaciones simples del sistema de suspensión y dirección.

Mapa conceptual



Glosario

Alineado de la dirección. Proceso mediante el que se mantiene la estabilidad en la conducción del vehículo y se prolonga la vida de los neumáticos, haciendo que los neumáticos trabajen de forma paralela y que tengan contacto con el pavimento en los ángulos correctos, marcados por el fabricante del vehículo.

Brazo basculante de la rueda. Es un elemento que recibe el movimiento del amortiguador y, al moverse, absorbe parte de esa energía; unido por su otro extremo a la carrocería.

Calzo. Es un elemento con forma de cuña empleado para calzar las ruedas de un vehículo, impidiendo su rodadura.

Chasis. En automoción es el armazón que sostiene el motor y la carrocería de un vehículo.

Eje de pivote. También llamado *king pin*, "eje maestro" en inglés. Aunque actualmente casi no se fabrican vehículos con este eje real, se refiere al eje axial virtual sobre el que se produce el giro de la mangueta, que coincide en algunos sistemas de suspensión con la línea que une el centro de las rótulas superior e inferior. Se puede también entender como el eje virtual que pasa por los dos puntos de unión de la mangueta con los elementos elásticos de la suspensión. Es un parámetro de diseño fundamental en el diseño de suspensiones y direcciones que influye principalmente en el ángulo de avance.

Eje directriz. Es el eje en torno al que giran las ruedas directrices, cuya alineación puede ser modificada, directa o indirectamente, en relación con el eje longitudinal del vehículo para determinar la dirección de marcha de este.

Lonas de neumático. Son capas de fibras textiles o metálicas dispuestas en diversos ángulos dependiendo de su localización y tipo de neumático, pegadas unas con otras. Permiten al neumático resistir la presión.

Manómetro. Es un instrumento empleado para medir la presión de un fluido o gas en el interior de un circuito.

Pulgada. Es una medida de longitud en el sistema inglés, cuyo símbolo es "in", y equivale a 25,40 mm o 2,54 cm.

10.1. Suspensión

Se denomina *suspensión* al conjunto de elementos que se interponen entre las ruedas y el habitáculo. Su misión es mantener las ruedas en todo momento en contacto con el terreno y conseguir que el habitáculo se desplace lo menos posible en cualquier dirección perpendicular a la marcha del vehículo.

10.1.1. Funciones de la suspensión

La suspensión tiene como objetivo evitar que se produzcan desplazamientos del habitáculo. Existen diversas causas que pueden provocar esos desplazamientos y presentan varios efectos.

A) Causas de los desplazamientos del habitáculo

En el estudio de los motivos por los que se producen desplazamientos del habitáculo hay que diferenciar entre los desplazamientos verticales y los desplazamientos laterales del mismo.

1. Desplazamientos verticales del habitáculo

Estos desplazamientos del habitáculo se pueden deber a dos causas:

- Las irregularidades del terreno, que afectan a las ruedas y que, de no ser por la suspensión, se transmitirían íntegramente al habitáculo.
- Las variaciones de velocidad del vehículo, que producen desplazamientos denominados *cabeceo*: al acelerar, el tren delantero tiende a subir mientras que el trasero tiende a bajar; al frenar, el tren delantero tiende a bajar mientras que el trasero tiende a subir.

Ejemplo

Esto se aprecia muy bien en las motos en las que, en algunos casos de aceleraciones bruscas, la rueda delantera llega a perder el contacto con el suelo.

2. Desplazamientos laterales del habitáculo

Estos desplazamientos del habitáculo se pueden deber a las curvas que presenta la vía por la que se circula. Estos desplazamientos laterales serán más acusados cuanto mayor sea la velocidad a la que se circula y más cerrada sea la curva. Dichos desplazamientos se denominan *balanceo de la carrocería*.

El balanceo ocasiona un desplazamiento hacia abajo de las ruedas exteriores de la curva y un desplazamiento hacia arriba de las ruedas interiores de la curva.

B) Efectos de los desplazamientos del habitáculo

Los desplazamientos verticales (cabeceo) y los desplazamientos laterales (balanceo) inciden de forma negativa en el comportamiento del vehículo, afectando a la estabilidad y el confort de las personas que viajan en él. Un desarrollo y calibrado correcto de la suspensión minimiza estos efectos.

1. *Estabilidad*: los desplazamientos que experimenta el vehículo aumentan el peso en unas ruedas y lo disminuyen en otras. Esto afecta a la seguridad del automóvil en dos aspectos:
 - Si el tren delantero tiende a subir, disminuye el peso sobre él y la dirección pierde eficiencia.
 - Si el desplazamiento de peso afecta a las ruedas laterales, puede hacer que el vehículo se salga de su trayectoria, e incluso que llegue a volcar.
2. *Confort*: el continuo movimiento vertical y lateral de los ocupantes dentro del vehículo provoca malestar. No obstante, conviene que haya cierto balanceo en el habitáculo para que el conductor tenga la sensación de peligro al tomar una curva a alta velocidad.

10.1.2. Ruedas

La suspensión está compuesta por varios elementos: ruedas, elementos elásticos, barra estabilizadora, amortiguadores, brazo oscilante, mangueta y rótula. En este apartado se estudiarán las ruedas y, en el siguiente, los demás componentes de la suspensión.

Las ruedas son elementos del vehículo que están en contacto directo con la calzada. Están constituidas por la llanta (parte metálica generalmente) y el neumático (parte neumática).

A) Llanta

La llanta es el componente de la rueda sobre el que se apoya el neumático. En ella se encuentra la válvula de llenado de aire y unos orificios que sirven de ventilación para los elementos del sistema de frenado.

Unos factores fundamentales de las llantas son la anchura y el diámetro de estas ya que se definen por estos dos factores. Estos parámetros varían de un modelo a otro y determinan el tipo de neumático que corresponde a cada llanta:

1. *Anchura*: es la longitud transversal de la parte exterior de la llanta, sobre la que irá apoyado el neumático. A mayor anchura de llanta, mayor estabilidad del automóvil. No obstante, al ser mayor la superficie de contacto con la calzada, aumenta el consumo de combustible. Por esta razón, se recomienda que los conductores mantengan las llantas que aconsejan los fabricantes, quienes han establecido un equilibrio entre consumo y estabilidad.
2. *Diámetro*: es el diámetro de la llanta, que corresponde al del interior del neumático. Un mayor diámetro tiene sus ventajas, como un menor consumo de combustible, ya que por cada vuelta de la rueda el automóvil puede avanzar más longitud; y una mayor distancia entre la parte inferior del automóvil y la calzada, lo que permite circular por caminos que presentan irregularidades.

Pero también, un mayor diámetro tiene dos grandes inconvenientes: una menor estabilidad, ya que el peso se aleja de la parte inferior; y una mayor resistencia al aire, porque el automóvil se eleva.

B) Neumático o cubierta

El neumático es el punto de apoyo sobre el suelo y soporta todo el peso del vehículo. Su misión es impulsar, frenar y dirigir el vehículo debido a su elevado coeficiente de adherencia sobre la calzada.

Se coloca alrededor de la llanta y en su interior se introduce, a través de la válvula de llenado, una determinada cantidad de aire que sirve de colchón elástico para absorber en parte las irregularidades de la carretera.

La presión del aire es distinta en el eje delantero y en el eje trasero. Cada empresa fabricante indica los valores de hinchado de las ruedas en función de la posición que ocupan y de la carga que debe soportar el vehículo en cada situación. En todos los automóviles el fabricante coloca un adhesivo indicando estos valores.

Los neumáticos están formados de diversas capas de lonas dispuestas bajo la banda de rodadura en forma de cinturón. Según la disposición de las lonas que forman el armazón de la cubierta, los neumáticos pueden ser radiales, diagonales o mixtos. Las partes de un neumático se detallan a continuación:

1. *Banda de rodadura*. A su vez, está compuesta de:
 - La propia banda de rodadura, que es la parte que entra en contacto con la carretera y está formada por una gruesa capa de goma.
 - La escultura o dibujo, que son las acanaladuras que tiene la banda de rodadura.
 - El indicador o testigo de desgaste, que es una pequeña marca colocada en el fondo del dibujo que indica el límite de desgaste máximo de las cubiertas.
2. *Talón*. Es la parte del neumático que está en contacto con la llanta. Transmite los esfuerzos a la llanta y proporciona estanqueidad a la cámara de aire. En su interior se encuentran los aros de talón, que son unos aros de acero unidos a las telas de la carcasa.

3. **Flanco.** Es la zona de goma situada en el lateral de la cubierta y donde se graban las marcas de identificación del neumático. A su vez, protege la parte lateral de la carcasa.
4. **Hombro.** Es el punto de unión entre la banda de rodadura y los flancos.
5. **Cordón de centrado.** Es una marca sobre el flanco, situada entre el talón y la llanta, que facilita el centrado de la cubierta con respecto a la llanta.
6. **Carcasa.** Está formada por una serie de lonas de hilos y su misión es transmitir esfuerzos longitudinales, verticales y laterales de la banda de rodadura a la llanta.
7. **Cima o cintura.** Está formada por una serie de lonas de hilos y sirve para disminuir la acción de los choques del neumático (por ejemplo, contra los bordillos), mantener la posición de los hilos de la carcasa y evitar la deformación de la banda de rodadura por la fuerza de giro.
8. **Revestimiento de goma interior.** Está formado por una goma que asegura la estanqueidad del aire en el interior de la cubierta.



Figura 10.1
Partes de un neumático.

En la figura 10.1 puede apreciarse el detalle de las partes de un neumático que se acaban de describir.

Un factor muy importante en los neumáticos es la denominada *vida del neumático*, puesto que su duración depende de diferentes factores, como son:

- a) **Presión correcta:** una excesiva presión de hinchado de los neumáticos provoca una reducción de la estabilidad del vehículo. Y una presión demasiado baja hace que aumente el consumo de combustible. En ambos casos, la superficie que entra en contacto con la calzada queda alterada y el desgaste de los neumáticos se produce de forma irregular.
- b) **Velocidad de circulación:** a mayor velocidad mayor desgaste, puesto que se calientan más los neumáticos, degradándose rápidamente.
- c) **Carga del vehículo:** a mayor carga mayor desgaste, puesto que se calientan más los neumáticos, degradándose rápidamente.
- d) **Tipo de conducción:** una conducción agresiva, con aceleraciones y frenazos continuos o que tarde demasiado en aumentar las marchas, produce un mayor desgaste de los neumáticos.
- e) **Temperatura y humedad ambiental:** una temperatura elevada del ambiente y de la calzada, y un nivel bajo de humedad, ocasionan un mayor desgaste de los neumáticos.
- f) **Tipo de calzada por la que habitualmente se circula:** cuanto más lisa sea la calzada, menor desgaste se producirá y será más uniforme.
- g) **Estado mecánico del vehículo:** un vehículo que posea una correcta geometría de la dirección y un buen estado de la suspensión desgastará menos sus neumáticos.

Otro factor muy importante en los neumáticos es su nomenclatura, que se marca en el flanco del neumático e indica varios parámetros que hay que tener presentes.

Ejemplo

Si al mirar el flanco de un neumático se puede leer "Continental 205/55 R16 91V", contrastando las tablas específicas de cada fabricante, se podría afirmar que:

- "Continental" es el nombre de la empresa fabricante.
- "205" es la anchura de sección en milímetros.
- "55" es la relación porcentual entre la altura y la anchura de sección ($H/S \times 100 = 55$).
- "R" es la estructura del neumático, en este caso radial.
- "16" es el diámetro de la llanta en pulgadas.
- "91" es el índice de máxima carga que soporta el neumático. A partir de este número, se consultan las tablas que correlacionan el valor del índice con el peso máximo. En este caso serían 615 kg, como puede apreciarse en el cuadro 10.1.

CUADRO 10.1
Índice de carga máxima

Índice de carga	Peso en kg	Índice de carga	Peso en kg	Índice de carga	Peso en kg	Índice de carga	Peso en kg
20	80	55	218	79	437	101	825
22	85	58	236	80	450	102	850
24	85	59	243	81	462	103	875
26	90	60	250	82	475	104	900
28	100	61	257	83	487	105	925
30	106	62	265	84	500	106	950
31	109	63	272	85	515	107	975
33	115	64	280	86	530	108	1000
35	121	65	290	87	545	109	1030
37	128	66	300	88	560	110	1060
40	136	67	307	89	580	111	1090
41	145	68	315	90	600	112	1120
42	150	69	325	91	615	113	1150
44	160	70	335	92	630	114	1180
46	170	71	345	93	650	115	1215
47	175	72	355	94	670	116	1250
48	180	73	365	95	690	117	1285
50	190	74	375	96	710	118	1320
51	195	75	387	97	730	119	1360
52	200	76	400	98	750	120	1400
53	206	77	412	99	775		
54	212	78	425	100	800		

- “V” es el símbolo que indica el índice de velocidad máxima del neumático. A partir de esta letra, se contrastan las tablas que relacionan los índices con las velocidades máximas. En este caso 240 km/h, como puede apreciarse el cuadro 10.2.

CUADRO 10.2
Índice de velocidad máxima

Índice de velocidad	Velocidad en km/h	Índice de velocidad	Velocidad en km/h	Índice de velocidad	Velocidad en km/h
A1	5	D	65	Q	160
A2	10	E	70	R	170
A3	15	F	80	S	180
A4	20	G	90	T	190
A5	25	J	100	U	200
A6	30	K	110	H	210
A7	35	L	120	V	240
A8	40	M	130	ZR	Superior a 240
B	50	N	140	W	270
C	60	P	150	Y	300

Una operación importante que debe realizarse es el equilibrado de las ruedas, especialmente cuando se monta un neumático sobre una llanta, ya que se están uniendo dos elementos ligeramente imperfectos debido a que la distribución de sus masas no es homogénea, y provoca vibraciones que afectan a la dirección o a la carrocería.

Para reducir este problema de vibraciones hay que llevar el vehículo a un taller especializado para equilibrar las ruedas con maquinaria específica.

Equilibrar una rueda consiste en conseguir que el conjunto de masas sea totalmente homogéneo. El equilibrado que se hace sobre las ruedas es el denominado *equilibrado dinámico*, que consiste en igualar las fuerzas centrífugas a las que está sometida la rueda en todas direcciones, por el simple hecho de estar girando, y que son mayores a medida que aumenta la velocidad de giro.

El equilibrado consiste en añadir, en el lugar donde la diferencia de masas lo requiera, unos pequeños pesos, denominados *plomos*, puesto que es el material del que antiguamente se fabricaban.

PARA SABER MÁS

También se pueden encontrar otros grabados en los neumáticos, como por ejemplo “Tubeless”, que indica que es un neumático sin cámara, “DOT” que indica una normativa de seguridad, “M + S” (*mud and snow*, neumático para barro y nieve, en inglés), que indica que se trata de un neumático de invierno, etc.



Actividad propuesta 10.1

Si al mirar el flanco de un neumático se puede leer “Michelin 200/50 R 17 95 W”, contrastando las tablas facilitadas en el ejemplo de este apartado, indica las características del neumático y la llanta.

10.1.3. Otros elementos de la suspensión

Además de las ruedas, forman parte de la suspensión otros elementos elásticos como ballesta, muelle helicoidal o una barra de torsión, y elementos no elásticos como la barra estabilizadora, amortiguadores, brazo oscilante o trapecio, mangueta y rótula.

Los *elementos elásticos* de la suspensión son los componentes que están unidos por un extremo a las ruedas y por el otro al chasis para absorber la mayor parte de las alteraciones de la marcha.

Presentan una doble misión en el sistema de suspensión:

- Evitar que las irregularidades de la carretera se transmitan a la carrocería del vehículo en forma de golpes.
- Asegurar el permanente contacto de las ruedas con el terreno.

A) Ballesta

Una ballesta está formada por una serie de láminas de acero apiladas, y se unen mediante un tornillo pasante denominado *pitón*. Para evitar que se desplacen lateralmente, las láminas van sujetas entre sí mediante unas abrazaderas o pernos. Y para evitar que la fricción entre las láminas produzca chirridos, hay entre ellas unos separadores de material plástico.

La ballesta va sujeta al chasis del vehículo y queda en una posición curvada. Cuando la rueda sube debido a irregularidades del terreno, la ballesta pierde curvatura y tiende a ponerse recta, absorbiendo así parte del movimiento y evitando que pase al chasis. Esta movilidad de la ballesta hace necesario que una de sus uniones al chasis deba ser móvil.

En el siguiente recurso web puede verse la posición de las ballestas respecto a las ruedas, su funcionamiento y constitución.

Recurso web

Con el código QR adjunto tendrás acceso a un vídeo con el que podrás profundizar más en el concepto de ballesta, su forma, constitución, etc.



www

B) Muelle helicoidal

Los muelles helicoidales están constituidos por una barra cilíndrica de acero con forma helicoidal. Cuando se les aplica una fuerza considerable, de tracción o de compresión, dichos muelles se comprimen (fase de compresión) o se elongan, es decir, se alargan por tracción me-

cánica (fase de tracción). Si dichas fuerzas no superan determinados valores, posteriormente el muelle helicoidal recupera la longitud de reposo.

Variando las características constructivas de los muelles helicoidales (forma, diámetro del muelle, calidad del acero, etc.) se pueden conseguir diferentes comportamientos de la suspensión.

En la figura 10.2 se puede apreciar un ejemplo de muelle helicoidal, aunque hay varios tipos.



Figura 10.2
Ejemplo de muelle helicoidal.

C) Barra de torsión

Una barra de torsión es una barra de acero que está unida por un extremo al chasis y por el otro extremo a la rueda a través de una palanca.

Cuando la rueda sube o baja como consecuencia de las irregularidades del terreno, la palanca impulsa a la barra de torsión que se retuerce y absorbe la irregularidad, evitando así que se transmita al habitáculo. Una vez que la rueda ha superado el desnivel, la barra de torsión vuelve a su posición inicial debido a la elasticidad del material con el que se fabrica.

En la figura 10.3 se puede ver, esquematizada, la distribución de la rueda, la palanca y la barra de torsión.

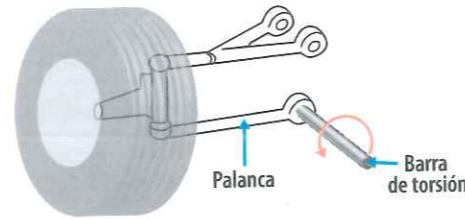


Figura 10.3
Posición que ocupa la barra de torsión y la palanca en relación con la rueda.

D) Barra estabilizadora

La barra estabilizadora une las dos ruedas del mismo eje. Su función es limitar el balanceo de la carrocería cuando se toma una curva.

Va fijada al chasis mediante casquillos elásticos y a los brazos oscilantes o a los amortiguadores mediante soportes de goma o tirantes.

La figura 10.4 muestra un detalle de la colocación de la barra estabilizadora.

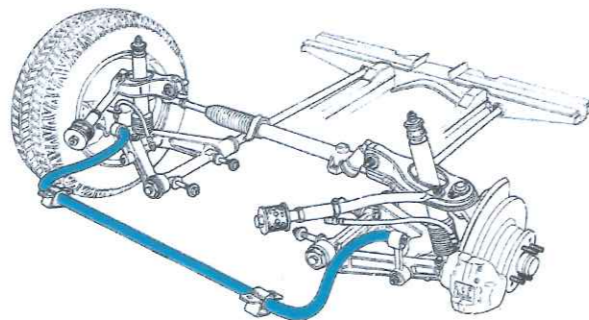


Figura 10.4
Posición de la barra estabilizadora.
Fuente: Evan Manson, 2014.

E) Amortiguadores

Los amortiguadores son los elementos de la suspensión encargados de frenar las oscilaciones de los elementos elásticos (ballestas, muelles helicoidales o barras de torsión).

Actualmente se utilizan amortiguadores denominados *telescopicos*, que están formados por un cilindro sujeto al brazo basculante de la rueda, dentro de la cual se desplaza un émbolo cuyo vástago se sujeta a la carrocería.

En su interior hay dos cámaras llenas de aceite, una a cada lado del émbolo. En el émbolo se alojan unas válvulas u orificios calibrados, que permiten el paso de aceite a una determinada velocidad de una cámara a la otra como consecuencia del desplazamiento del émbolo. En función del calibrado o diámetro de las válvulas hay mayor o menor efecto de frenado del elemento elástico.

Respecto a los amortiguadores que se emplean para muelles helicoidales, existen dos tipos de amortiguadores:

1. *Amortiguador de efecto simple*: es el amortiguador que actúa exclusivamente en la fase de descompresión del muelle, pero no en la compresión.
2. *Amortiguador de doble efecto*: es el amortiguador que actúa tanto en la compresión como en la descompresión del muelle.

La figura 10.5 muestra un amortiguador rodeado del muelle correspondiente.



Figura 10.5
Amortiguador y muelle.

F) Brazo oscilante o trapecio

El brazo oscilante está unido por un extremo al chasis del vehículo y a la mangueta. Su unión con el chasis se hace con tacos elásticos que absorben los golpes transmitidos a la carrocería.

La unión del brazo oscilante a la mangueta se hace mediante una rótula, que permite el giro para orientar la rueda.

En el eje delantero del vehículo se puede tener uno o dos brazos oscilantes, dependiendo del tipo de suspensión instalado.

La figura 10.6 muestra un trapecio característico.



Figura 10.6
Trapecio.

G) Mangueta

La mangueta une las ruedas con los elementos elásticos de la suspensión. En ella se aloja el cojinete de rueda y la pinza del sistema de frenos. Va situada paralelamente a la llanta por su parte interior.

H) Rótula

La rótula es el elemento de unión entre la mangueta y el brazo oscilante. Permite el movimiento de rotación y vertical de las ruedas delanteras.

Actividad propuesta 10.2



Según tu criterio, escoge cuál es el mejor elemento elástico de la suspensión, argumentando el porqué, y concreta si tiene ventajas o algún inconveniente respecto a los demás elementos elásticos.

10.1.4. Tipos de suspensiones

Según la forma de montaje y los elementos utilizados se pueden encontrar diferentes sistemas de suspensión.

El criterio principal de clasificarlas es según el eje.

A) Suspensión en el eje delantero

El eje delantero suele estar constituido por suspensiones independientes en cada rueda, que pueden ser de diferentes tipos:

1. *Suspensión McPherson*: está constituida por un brazo oscilante inferior que une el chasis con la mangueta, y el amortiguador, que dispone de una base donde se aloja el muelle de la suspensión y une la mangueta con el paso de rueda (chasis).

La figura 10.7 muestra un ejemplo de suspensión McPherson, que se caracteriza por tener el amortiguador en el interior del muelle.

2. *Suspensión por brazos oscilantes o trapecios articulados*: está formada por dos brazos oscilantes unidos al chasis por un extremo y a la mangueta por el otro. El muelle se apoya en el brazo inferior y en el chasis respectivamente y por su interior pasa el amortiguador.

Existe una variante de este tipo en la que el muelle se apoya en el brazo superior en lugar de en el inferior.

B) Suspensión en el eje trasero

El eje trasero suele estar constituido por suspensiones independientes en cada rueda, que pueden ser más diversas que las que se instalan en el eje delantero:

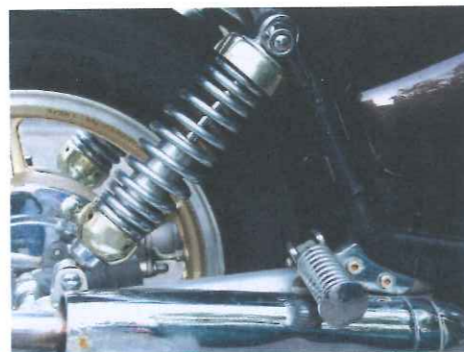


Figura 10.7
Suspensión McPherson de motocicleta.

1. *Suspensiones independientes*: de igual forma que ocurre en el eje delantero, para el eje trasero existen diferentes tipos de suspensiones independientes. Las más utilizadas son:

- McPherson.
- Brazo oscilante y muelle.
- Brazo oscilante y barras de torsión.
- Multibrazo.

2. *Otros sistemas de suspensión del eje trasero son*:

- *Suspensión de eje rígido*: consta de un eje rígido que une las ruedas traseras y sobre el cual se fija la parte inferior del amortiguador. Este sistema comporta inconvenientes para la estabilidad en carretera y para el confort de los pasajeros.
- *Suspensión semirrígida*: igual que en el caso anterior, las ruedas traseras están unidas mediante un eje, pero en esta ocasión el eje se retuerce para conseguir un efecto similar al de las suspensiones independientes.

Recurso web

www

Accede con el código QR adjunto para visionar un vídeo sobre el comportamiento de una suspensión semirrígida trasera.



Actividad propuesta 10.3

Realiza un esquema en el que clasifiques los tipos de suspensiones dependiendo del eje en el que se encuentren.

10.1.5. Mantenimiento y reparaciones simples de la suspensión

El sistema de suspensión es muy importante en el correcto funcionamiento del vehículo, y por eso es crucial desarrollar un adecuado mantenimiento preventivo del sistema y si es necesario, unas reparaciones adecuadas de los elementos deteriorados o rotos.

Para ello, uno de los aspectos importantes es conocer los síntomas de irregularidades en la suspensión:

Si circulando con el vehículo se detecta alguno de los siguientes síntomas, podría existir alguna anomalía en los elementos de la suspensión:

- a) Ruido en la suspensión y vibraciones, que puede deberse a:
 - Rotura de algún elemento elástico.

- Deterioro de los casquillos de goma de los tirantes, de las barras o de los amortiguadores.
- b) Suspensión blanda o excesivo balanceo del vehículo, que puede deberse a:
- Pérdida de eficacia de los amortiguadores.
 - Pérdida de eficacia de los elementos elásticos.
- c) Suspensión dura, que puede deberse a:
- Agarrotamiento de los amortiguadores.
 - Agarrotamiento de los elementos basculantes.

En los sistemas de suspensión y dirección juegan un papel importante las ruedas, y por tanto su correcto mantenimiento es fundamental.

Si se analizan los neumáticos, las principales comprobaciones que hay que hacer para su mantenimiento son las siguientes:

- Comprobar periódicamente y en frío la presión de los neumáticos, incluido el de la rueda de repuesto.
- Controlar el indicador de desgaste de los neumáticos.
- Verificar que los neumáticos no están dañados (cortes, pellizcos, etc.).
- Controlar que el desgaste sea uniforme en toda la banda de rodadura.
- Equilibrar las ruedas cuando se perciban vibraciones en el volante o en la carrocería a determinadas velocidades.
- No intercambiar las ruedas delanteras por las traseras en cruz, solo se puede hacer manteniéndolas en el mismo lado.
- Utilizar los neumáticos indicados por el fabricante del vehículo o equivalentes según tablas de equivalencia, sin olvidar que los dos de un mismo eje han de ser iguales.
- Sustituir la llanta si se aprecian deformaciones.

PARA SABER MÁS

Las presiones recomendadas por la empresa fabricante están en una etiqueta o placa adherida al vehículo, y un posible ejemplo de los datos que aparecen en las tablas es el siguiente:

Reifenfülldruck Tire Inflation Pressure Pression des Pneus Gonfle's			
Reinfer/Tire/Pneus	beladen/load/chargé vorn/front/avant	hinten/rear/arrière	leer/unload/vide
195/70 R15 C	bar/psi	bar/psi	Handbuch Manual
225/70 R15 C	2,8 bar/41 psi	4,0 bar/58 psi	

Una operación básica que es muy recomendable conocer y ser capaz de realizarla uno mismo es *sustituir una rueda*, en caso de pinchazo, golpe brusco, etc.

El procedimiento correcto que debe seguirse para sustituir una rueda, después de señalar correctamente la posición del vehículo con los triángulos de seguridad, y utilizar los chalecos reflectantes, en función del tipo de vía en el que se encuentra, es el siguiente:

1. Siempre que sea posible, colocar el automóvil en una superficie que no tenga pendiente y accionar el freno de estacionamiento. Si hay que hacer el cambio en una zona con pendiente, se debe colocar un calzo en una de las ruedas del lado contrario a la rueda que se va a sustituir.
2. Localizar el gato, la llave de ruedas y la rueda de recambio, que generalmente está todo debajo del suelo de maletero. Si es necesario, también se puede consultar su ubicación en el manual de instrucciones.
3. Extraer el tapacubos de la rueda, que va sujeto a presión.
4. Con la llave de ruedas, aflojar los tornillos de la rueda.
5. Colocar el gato en el punto indicado en el manual de instrucciones del vehículo. Generalmente se coloca en una zona maciza del vehículo llamada *nervio*, lo más próximo a la rueda que sustituir.
6. Colocar la rueda que se va a montar debajo del nervio del vehículo, junto al gato, sobre el suelo.
7. Utilizando el gato, elevar el vehículo hasta que la rueda pierda el contacto con el suelo.
8. Extraer los tornillos, quitar la rueda y colocar la de recambio, dejando la rueda cambiada donde estaba la de repuesto, debajo del nervio, junto al gato.
9. Enroscar los tornillos todo lo que se pueda con la mano.
10. Bajar el vehículo con el gato, hasta que la rueda apoye en el suelo.
11. Apretar con la llave de ruedas los tornillos de la rueda de forma alterna, es decir, no apretar dos tornillos consecutivos.
12. Montar a presión el tapacubos.
13. Recoger el gato, la llave de ruedas, la rueda averiada, los triángulos de seguridad y el chaleco reflectante. Es importante llevar a reparar rápidamente la rueda y colocarla de nuevo.

La figura 10.8 muestra el empleo de una llave de ruedas para sustituir una rueda.

Otra operación que debe conocerse es la *colocación de unas cadenas en las ruedas* del vehículo, para situaciones de nieve, hielo, etc., en la calzada.

Debido a la gran cantidad de modelos de cadenas que existen en el mercado, es aconsejable leer atentamente las instrucciones de montaje y practicar su colocación. No es conveniente circular con cadenas cuando en la calzada haya desaparecido la nieve o hielo. En ese caso se deben retirar las cadenas inmediatamente ya que, si permanecen montadas, al circular se pueden dañar el neumático, elementos de la suspensión y de la dirección.



Figura 10.8
Sustitución de rueda.

La figura 10.9 muestra unas cadenas de nieve montadas en una rueda.

La última operación que se recomienda conocer es saber *comprobar la presión de los neumáticos*.

Las estaciones de servicio disponen de una instalación de aire comprimido para verificar y, si es necesario, ajustar la presión de los neumáticos. Para ello, disponen de una manguera flexible en cuyo extremo va colocado un manómetro y dos válvulas que permiten medir y ajustar la presión de hinchado de la rueda.

La lectura y el ajuste de la presión se deben llevar a cabo con el neumático frío, a temperatura ambiente. El procedimiento adecuado para hacerlo es:

- Conocer la presión de inflado que indica el fabricante para cada rueda.
- Extraer el tapón que protege la válvula de la rueda.
- Conectar el manómetro y verificar la presión existente.
- Ajustar la presión empleando la válvula de hinchado que lleva la manguera hasta conseguir la presión correcta.
- En caso de superar el valor deseado, sacar aire actuando sobre la válvula de vaciado.
- Coloca nuevamente el tapón de la válvula de la rueda.



Figura 10.9
Cadenas de nieve.

Actividad propuesta 10.4



Describe el proceso que se debe seguir para sustituir una rueda en caso de pinchazo o golpe brusco.

10.2. Dirección

El sistema de dirección tiene como misión orientar las ruedas directrices del vehículo según la trayectoria deseada por la persona que conduce. Tiene que ser fácil de manejar y con un funcionamiento preciso.

10.2.1. Geometría de la dirección

Al tomar una curva las ruedas exteriores han de girar sobre sí mismas más rápido que las ruedas interiores, debido a que deben recorrer mayor espacio en el mismo tiempo. A su vez, la orientación de las ruedas delanteras ha de ser diferente una de otra ya que el radio con respecto a la curva también es diferente. Por todo ello, para que el vehículo mantenga una marcha estable sobre la trayectoria deseada debe tener una correcta geometría del sistema de dirección.

La geometría de la dirección viene definida por diversos parámetros:

- Ángulo de salida:** es el ángulo formado por la línea que pasa por el eje de pivote y la vertical al suelo.
- Ángulo de caída:** es el ángulo formado por el plano que pasa por la mitad de la rueda y la vertical al suelo.
- Ángulo de avance:** es el ángulo formado por la prolongación del eje del pivote de la mangueta y la vertical que pasa por el centro de la rueda, mirando el vehículo lateralmente.

En la figura 10.10 puede verse la representación de cada uno de estos ángulos.

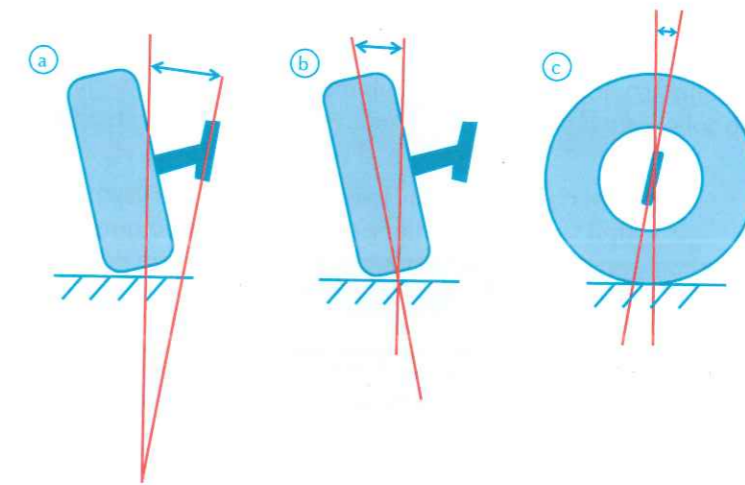


Figura 10.10
Ángulos de salida (a),
caída (b) y avance (c).

Otro parámetro importante que influye en el funcionamiento del vehículo es la *convergencia de las ruedas*, que es el ángulo formado por la proyección sobre el terreno del plano medio de la rueda y el eje longitudinal del vehículo. La convergencia de las ruedas puede ser de varios tipos, dependiendo de la posición adoptada por las ruedas del eje delantero directriz, como puede apreciarse en la figura 10.11:

- Convergencia positiva (a).
- Convergencia nula (b).
- Convergencia negativa (c).

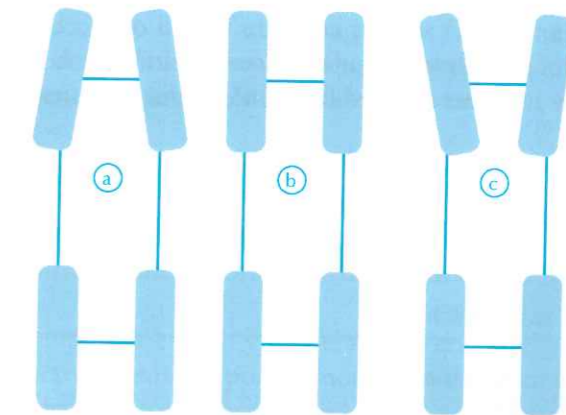


Figura 10.11
Convergencia de las ruedas: positiva (a),
nula (b) y negativa (c).

Una vez analizados los cuatro parámetros, se puede deducir que un mal funcionamiento de los elementos de la suspensión afecta directamente a la dirección, ya que varía la zona de contacto entre el neumático y la carretera y, como consecuencia, disminuye la maniobrabilidad y estabilidad del vehículo. Por ello hay que prestar especial atención a la presión de los neumáticos, a los baches en la carretera, a los bordillos de las aceras, etc.

10.2.2. Sistema de dirección por cremallera

En la actualidad existen varios tipos de sistemas de dirección, pero inicialmente se verá el más utilizado en los turismos y ambulancias, la dirección por cremallera.

El sistema de dirección por cremallera consta de los siguientes componentes:

- a) *Volante de la dirección.* Es el elemento sobre el que la persona que conduce realiza el giro para modificar la trayectoria del vehículo. Suele ser de acero o aluminio revestido de plástico acolchado para facilitar el agarre y evitar lesiones en caso de accidente. En él se encuentran el pulsador del claxon y el airbag del conductor, si el vehículo dispone de este sistema. La desmultiplicación entre el giro del volante y el giro de las ruedas directrices se encuentra entre 12:1 y 24:1.

Ejemplo

Si el conductor gira el volante 360° y las ruedas giran 18° la desmultiplicación que se tiene es de 360:18, o lo que es lo mismo, 20:1.

Esto se refiere a que por cada que giren primero las ruedas directrices, hay que girar 20° el volante.

En la figura 10.12 puede verse un sistema de dirección por cremallera (figura 10.12a) y la columna de dirección (figura 10.12b).



Figura 10.12
Dirección por cremallera Chevrolet (a) y columna de dirección Dodge (b).

- b) *Columna de dirección.* Es el elemento de unión entre el volante y el engranaje de la dirección. La columna de dirección está compuesta por:

- Un eje principal, que transmite la rotación del volante al engranaje de dirección.
- Un tubo ondulado, que se contrae en caso de colisión.
- Una articulación, que une la columna con el engranaje de la dirección.

PARA SABER MÁS

Algunos fabricantes sustituyen el tubo ondulado por otros sistemas de protección, como son dos ejes tubulares que se introducen uno dentro del otro en caso de choque frontal.

Sea cual sea el elemento y su forma, todas ellas reciben el nombre de columnas telescópicas.

- c) *Engranaje de la dirección o cremallera.* Es el mecanismo que transmite la orientación deseada por la persona que conduce a las ruedas directrices, y está compuesto por:

- Una barra con forma de cremallera sobre la que actúa un piñón, accionado por la columna de dirección, que la desplaza lateralmente.
- Barras laterales de acoplamiento, situadas en los extremos de la barra y que la unen directamente a las ruedas mediante rótulas.
- Rótulas, que son los elementos encargados de proporcionar articulación a los extremos de las barras.

TOMA NOTA

Para evitar la entrada de suciedad en la cremallera de la dirección se colocan unos protectores en forma de fuelles de goma extensibles llamados *silentblock*, alrededor de la unión de las barras laterales de acoplamiento con la cremallera.



Actividad propuesta 10.5

Define los elementos principales que forman el sistema de dirección por cremallera y, si procede, las partes que conforman cada uno de ellos.

10.2.3. Sistema de dirección asistida

Aunque actualmente las configuraciones de los vehículos son muy diversas, por lo general, el gran peso de los vehículos actuales, la mayor anchura de los neumáticos y la menor presión de estos hace que sean vehículos difíciles de maniobrar. Por esta razón se utilizan sistemas de dirección asistida, como ayuda a la persona que conduce para maniobrar el vehículo.

Existen direcciones asistidas por aire comprimido, pero la más utilizada por los fabricantes actuales es la dirección asistida por fuerza hidráulica denominada *servodirección*, que consta de los siguientes componentes principales, que se describen a continuación, considerando también el volante de dirección.

1. *Depósito.* Es el recipiente donde se recoge el aceite hidráulico para posteriormente enviarlo a la bomba. Puede ir alojado en la propia bomba o en la carrocería del vehículo y posee unas marcas de nivel mínimo y máximo. Algunos fabricantes disponen de varilla de nivel solidaria con el tapón de llenado.
El nivel de aceite hidráulico se debe comprobar en frío y con el motor en marcha.
2. *Bomba de presión.* Puede ser accionada eléctricamente o por el motor mediante una correa auxiliar. Es la encargada de suministrar presión de aceite hidráulico al sistema. Incorpora un regulador que varía la presión en función del número de revoluciones del motor y del giro del volante.
3. *Cremallera.* Su estructura es la misma que la que ya se ha estudiado, pero se le añaden:

- Un cilindro hidráulico que tiene por misión desplazar la cremallera en un sentido u otro.
 - Un distribuidor de presión que deriva el aceite hacia una u otra cara del cilindro.
4. *Refrigerador de aceite o serpentín.* Es una tubería metálica colocada en la parte delantera del vehículo, por la que se hace pasar el aceite hidráulico de retorno del sistema hacia el depósito para refrigerarlo.
 5. *Tuberías.* Son los tubos que unen hidráulicamente los diferentes componentes de la servodirección.

A continuación se describe el funcionamiento de la servodirección:

- a) El aceite proveniente del depósito es succionado por la bomba que lo envía a presión al distribuidor de la cremallera.
- b) Si el volante se encuentra en la posición central, las presiones en las dos caras del cilindro de la cremallera son constantes e iguales y el aceite retorna al depósito.
- c) Cuando se gira el volante, el distribuidor abre el paso hacia un lado permitiendo que la presión de aceite empuje el cilindro en el sentido deseado y abriendo el otro lado del cilindro hacia el retorno.
- d) Algunos fabricantes utilizan sistemas de dirección de asistencia variable. Estos sistemas utilizan los elementos de dirección asistida convencional e incorporan elementos nuevos (sensores, actuadores, unidad de control) gestionados electrónicamente, de manera que la ayuda al giro de la dirección varía en función de la velocidad, la asistencia es mayor en las maniobras de aparcamiento y se reduce al aumentar la velocidad del vehículo.

Recurso web

Accediendo con el código QR adjunto podrás ver el funcionamiento y los componentes principales de un sistema de dirección asistida hidráulica.



Actividad propuesta 10.6



Enumera los elementos que conforman el sistema de dirección asistida.

10.2.4. Mantenimiento y reparaciones simples de la dirección

El sistema de dirección es muy importante en el correcto funcionamiento del vehículo, y por eso es crucial desarrollar un adecuado mantenimiento preventivo del sistema y, si es necesario, unas reparaciones adecuadas de los elementos deteriorados o rotos.

A continuación se analizan las operaciones principales de mantenimiento recomendadas para evitar averías y tener un adecuado mantenimiento preventivo.

A) Comprobar el nivel de aceite de la servodirección

Esta operación, que es básica, se debe realizar en frío y con el motor en marcha. En función del depósito que tenga el sistema, hay que asegurarse que el nivel se encuentra entre las marcas de mínimo y máximo grabadas en el depósito o en la varilla indicadora.

Si el nivel está por debajo del mínimo, se restablece el nivel con el aceite hidráulico apropiado y se comprueba visualmente la estanqueidad de todos los elementos del sistema.

Si por algún motivo se vaciara el sistema y se tuviera que purgar, basta con llenar el depósito y girar el volante a tope a ambos lados varias veces.

B) Comprobar la correa de accionamiento

Esta operación es importante. Se recomienda examinar visualmente el estado de la correa de accionamiento, comprobar principalmente que no esté dañada o reseca y que la tensión sea la correcta. Si el estado de la correa no es adecuado, hay que renovarla. Para hacerlo se deben seguir los siguientes pasos:

- Aflojar el elemento que hace de tensor, que puede ser la propia bomba de la servodirección, el alternador o un elemento tensor.
- Extraer la correa.
- Colocar la correa nueva.

Se debe prestar especial atención al tensado de la correa ya que un exceso de tensión podría provocar daños en el cojinete de la bomba, y una tensión insuficiente haría que la correa patinase.

Si la correa se rompiera durante la marcha, la bomba de la servodirección dejaría de trabajar, por lo que no se tendría asistencia hidráulica y la dirección se endurecería notablemente.

C) Comprobar las holguras de los mecanismos de la dirección

Esta es otra operación de mantenimiento importante. Cuando el vehículo no responde con la precisión deseada al girar el volante, y por tato se detecta que existe un recorrido de volante en el que las ruedas no se mueven, puede deberse a:

1. Un deterioro en alguno de los componentes mecánicos del sistema, ya sea en la cremallera, las rótulas, la columna de la dirección, etc.
2. Una falta de presión en los neumáticos.

Lo primero que debe hacerse es comprobar la presión de las ruedas. Si no se soluciona el problema, hay que llevar el vehículo lo más rápidamente posible a un taller mecánico para que revise el sistema de dirección.

10.2.5. Avería más común de la dirección: desgaste incorrecto de los neumáticos

Desde el punto de vista de las averías, una frecuente que puede darse es el *desgaste incorrecto de los neumáticos*.

El desgaste de la banda de rodadura de los neumáticos debe ser similar en toda la banda. Si se aprecia que la parte interior o exterior está más desgastada que el resto, seguramente se deberá a un desajuste en alguno de los ángulos de geometría de la dirección, que puede haber sido provocado por:

- Algún bache o bordillo de la carretera.
- Una holgura en los elementos mecánicos del sistema.



Figura 10.13
Banda de rodadura de neumático.

En ambos casos es conveniente revisar la geometría de la dirección. Para hacerlo hay que realizar un alineado de la dirección en un taller especializado, donde detectarán cuál es el problema y cómo resolverlo.

En la figura 10.13 se puede ver una banda de rodadura y la comprobación de que los surcos o canales principales aún están correctos.

Actividad propuesta 10.7



Describe el procedimiento que hay que seguir para sustituir una correa de accionamiento.

Resumen

- La suspensión es el conjunto de elementos interpuestos entre las ruedas y el habitáculo.
- La misión de la suspensión es mantener las ruedas en todo momento en contacto con el terreno y conseguir que el habitáculo se desplace, vertical o lateralmente, lo menos posible, cuando el vehículo está circulando.
- Las ruedas son elementos del vehículo que están en contacto directo con la calzada. Están constituidas por la llanta (parte metálica generalmente) y el neumático (parte neumática).
- En las llantas influyen mucho su anchura y su diámetro.
- Los neumáticos están formados por capas de varios materiales y propiedades, dependiendo de la posición en la que se encuentren en el neumático.
- Las suspensiones pueden estar formadas por varios elementos elásticos, además de las ruedas, y otros no elásticos, y en función de todos ellos, poseen propiedades y comportamientos diversos.

- La forma tradicional de clasificar los tipos de suspensión es en función del eje en el que se encuentran, existiendo varios tipos en el eje delantero y en el eje trasero.
- Las operaciones principales de mantenimiento preventivo del sistema de suspensión son comprobar el estado de los neumáticos; sustituir una rueda en caso de pinchazo; colocar cadenas en las ruedas del vehículo; y comprobar la presión de los neumáticos.
- La misión del sistema de dirección es orientar las ruedas directrices del vehículo según la trayectoria deseada por la persona que conduce, de forma fácil de manejar y con un funcionamiento preciso.
- Un factor importante en el sistema de dirección es la geometría del sistema de dirección, que viene definida por el ángulo de salida, el ángulo de caída y el ángulo de avance.
- La convergencia es otro factor importante en el sistema de dirección, y puede ser positiva, neutra o negativa.
- Un tipo de dirección muy extendido es el sistema de dirección por cremallera, formado por el volante de dirección, la columna de dirección y el engranaje de la dirección o cremallera.
- Otro tipo muy extendido de sistema de dirección es la dirección asistida o servodirección, compuesta por depósito, bomba de presión, cremallera, refrigerador de aceite o serpentín y tuberías.
- Las operaciones principales de mantenimiento preventivo del sistema de dirección son comprobar el nivel de aceite de la servodirección, comprobar la correa de accionamiento y comprobar las holguras de los mecanismos de la dirección. Una avería muy frecuente en el sistema de dirección es el desgaste incorrecto de los neumáticos.

Ejercicios propuestos



- Determina las causas que provocan el balanceo y cabeceo de un vehículo y define ambos conceptos.
- Comenta los factores que provocan una reducción de la vida útil de los neumáticos.
- Nombra los tipos de neumáticos posibles, dependiendo de la disposición de las lonas de la cubierta.
- Define lo que son los elementos elásticos de la suspensión, indica su función y nómbralos.
- Enumera los diversos tipos de suspensiones independientes que conoces para los ejes delanteros y traseros.
- ¿Qué significa la siguiente nomenclatura: Firestone 190/60 R 16 92 H?

7. ¿En qué consiste el equilibrado dinámico de las ruedas?
8. Al analizar el estado de los neumáticos de un vehículo, enumera las principales comprobaciones que hay que considerar para su correcto mantenimiento.
9. Explica el funcionamiento interno de un amortiguador.
10. Indica la función de la barra estabilizadora y los elementos a los que va fijada.

Supuesto práctico

Un día de trabajo normal, Conchy notó al ir conduciendo la ambulancia de vuelta de un aviso, que de pronto la dirección se endureció drásticamente. Debido a su profesionalidad, tras avisar a su puesto de mando, esperó a que se enfriara el sistema y procedió a abrir el depósito del sistema

de servodirección y comprobar también todo el resto del sistema.

Se pide:

- Determinar lo que vio Conchy al verificar el depósito de la servodirección y el resto del sistema de dirección.

Debate en clase

Temas para debatir:

- Aunque la electrónica lleva ya tiempo complementando estos sistemas, ¿se te ocurren otras alternativas, otros elementos distintos a los empleados actualmente, que puedan mejorar dicha asistencia? Desarrolla tus ideas.
- Desarrolla un sistema totalmente diferente a los estudiados en este capítulo de dirección o de suspensión, que en tu opinión mejore considerablemente los sistemas actuales. Describe su funcionamiento y los componentes que tendría.

Los sistemas de dirección y suspensión analizados en este capítulo son los más empleados actualmente, aunque al estudiar sus componentes se puede ver que son vulnerables a fallos mecánicos como roturas y deformaciones, y por eso se implementan con elementos electrónicos (sensores, UCE, etc.) para mejorar su eficacia.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. La columna de dirección suele estar situada entre:
 - a) El volante y las ruedas directrices.
 - b) El mecanismo de dirección y el volante.
 - c) Las ruedas motrices y las directrices.
 - d) Las ruedas y los palieres.
2. El mecanismo de dirección suele situarse entre:
 - a) Las dos bieletas.
 - b) La columna de dirección y las ruedas traseras siempre.
 - c) El volante y la columna de dirección.
 - d) Las ruedas y los frenos.
3. En un sistema de dirección con asistencia hidráulica variable, dicha asistencia actúa:
 - a) Según los grados que se haya girado el volante.
 - b) Según la posición del pedal del acelerador.
 - c) En función de la velocidad a la que el vehículo está desplazándose.
 - d) Independientemente de la velocidad a la que el vehículo está desplazándose.
4. En un sistema de dirección con servoasistencia eléctrica, dicha servoasistencia incide:
 - a) Únicamente sobre la columna de dirección.
 - b) Únicamente sobre el mecanismo de dirección.
 - c) Únicamente sobre el volante.
 - d) Sobre la columna de dirección o sobre el mecanismo de dirección.
5. La propiedad de reversibilidad que experimenta la dirección cuando tras terminar la curva y soltar el volante las ruedas directrices vuelven a su posición de línea recta es posible debido a:
 - a) El ángulo de caída y la convergencia de las ruedas.
 - b) El ángulo de salida.
 - c) Los ángulos de salida y avance de las ruedas.
 - d) La presión de las ruedas.
6. El recorrido que experimenta un amortiguador cuando se comprime o expande ante una irregularidad del terreno, viene determinado por:
 - a) La totalidad del movimiento de extensión.
 - b) La totalidad del movimiento de compresión.
 - c) La totalidad del movimiento de extensión más la totalidad del movimiento de compresión.
 - d) Solo la totalidad del movimiento de extensión o la totalidad del movimiento de compresión.
7. Cuanto más se carga un vehículo, es correcto afirmar que:
 - a) Las oscilaciones de la suspensión son más amplias y de menor frecuencia.
 - b) Las oscilaciones de la suspensión son más amplias y de mayor frecuencia.

- c) El muelle de suspensión se alarga.
 d) El muelle de suspensión no varía ni su longitud ni su comportamiento.
8. El sistema McPherson de suspensión se caracteriza por:
- a) Emplear una columna telescópica como elemento de sujeción y guiado.
 b) Disponer del muelle externo al amortiguador.
 c) Emplearse solo en el eje trasero.
 d) Emplearse solo en el eje delantero.
9. En un mismo vehículo, el sistema de suspensión:
- a) Tiene que ser siempre el mismo en el eje delantero que en el trasero.
 b) Puede ser diferente en cada rueda.
 c) Puede ser de un tipo en el eje delantero y de otro en el trasero.
 d) Puede eliminarse de los dos ejes, sin que eso afecte a la estabilidad, seguridad y comportamiento en general del vehículo.
10. Los neumáticos pueden tener una constitución:
- a) Radial, diagonal o mixta.
 b) Lineal, diagonal o mixta.
 c) Radial, perpendicular o mixta.
 d) Radial, recta o mixta.

SOLUCIONES:

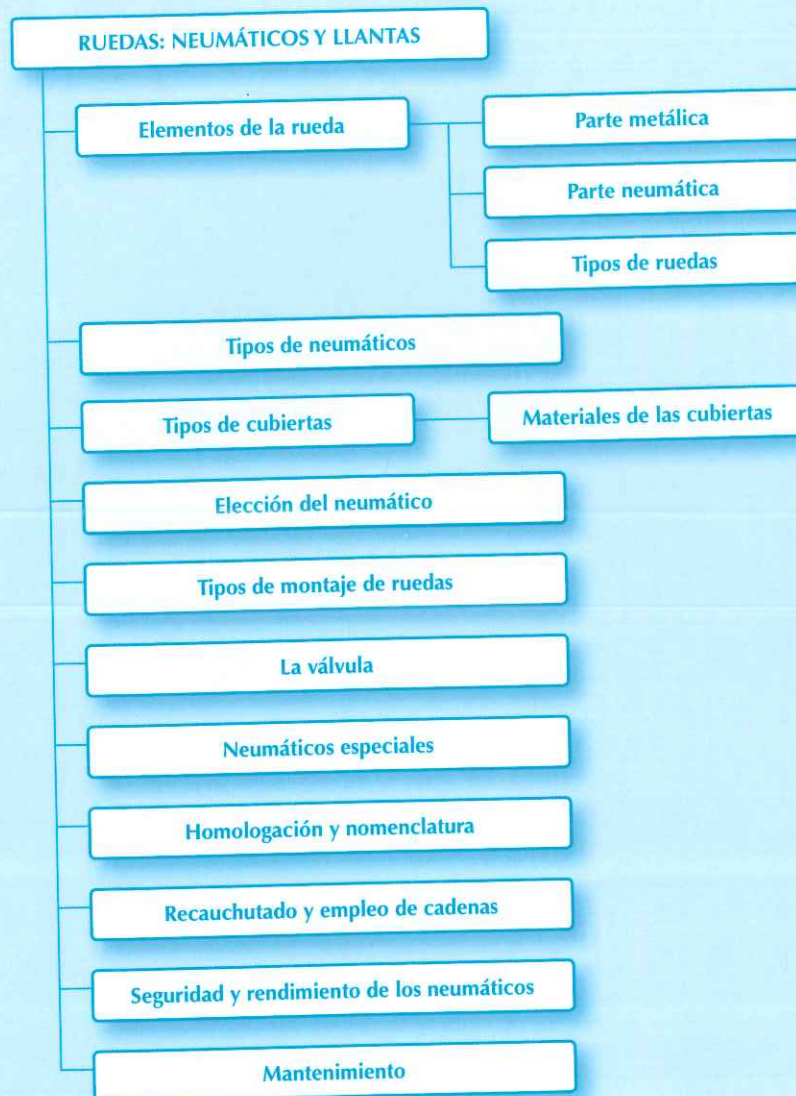
- | | | |
|---|---|--|
| 1. <input type="checkbox"/> a <input checked="" type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 5. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | |
| 2. <input checked="" type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 6. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 9. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d |
| 3. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 7. <input checked="" type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | 10. <input checked="" type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d |
| 4. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> d | 8. <input checked="" type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d | |

Ruedas: neumáticos y llantas

Objetivos

- ✓ Conocer las diferentes disposiciones de las ruedas en los vehículos.
- ✓ Identificar los diferentes tipos de llantas, analizando sus ventajas e inconvenientes.
- ✓ Razonar la configuración y perfil de los diferentes tipos de llantas, en función de sus aplicaciones.
- ✓ Diferenciar la estructura interna de un neumático, así como las particularidades de sus componentes.
- ✓ Aprender a identificar los diferentes tipos de neumáticos.
- ✓ Distinguir las diferentes aplicaciones de los distintos tipos de neumáticos.
- ✓ Saber mantener y efectuar reparaciones en un neumático.
- ✓ Reconocer las operaciones necesarias para el mantenimiento y reparación de ruedas.

Mapa conceptual



Glosario

Buje. Elemento de una máquina donde se apoya y gira un eje. Puede ser una simple pieza que sujeta un cilindro de metal o un conjunto muy elaborado de componentes que forman un punto de unión. Se caracteriza por su construcción y sistema de giro.

Conformar. Proceso de fabricación que consiste en dar forma a algo, configurarlo empleando herramientas y procesos específicos.

Deriva. En física, la desviación que sufre un elemento sobre su trayectoria recta por efectos externos al elemento.

Fatiga. Fenómeno que conduce a la rotura de una pieza mecánica como consecuencia de varias repeticiones de esfuerzo. Se puede contrastar fácilmente doblando alternativamente un alambre en un sentido y en otro. En un instante determinado la rotura se produce incluso con esfuerzos muy pequeños.

Masas no suspendidas. La masa de la amortiguación, es decir, las ruedas y todos los componentes directamente conectados a ellas, como rodamientos, amortiguadores y los frenos del vehículo si están incluidos fuera del chasis.

psi. Unidad de presión en el sistema anglosajón de unidades: la libra fuerza por pulgada cuadrada (psi). 1 psi equivale a 6894,76 Pa, y 14,7 psi equivalen a 1,013 bar o 1 atmósfera de presión.

Resistencia transversal. Resistencia que soporta un elemento a los esfuerzos transversales a su eje que se aplican sobre él.

11.1. Elementos de la rueda

La rueda es un elemento del automóvil que está en contacto directo con el pavimento.

Su misión, además de soportar el peso del automóvil, es transmitir la potencia procedente de la transmisión para desplazar el vehículo, y asegurar la dirección y la adherencia en los momentos de aceleración y deceleración.

Las ruedas deben poseer la suficiente resistencia para soportar el peso del vehículo, transmitir los esfuerzos propulsores y de frenado y oponerse a los esfuerzos laterales, en una amplia gama de velocidades y condiciones del terreno.

Además debe cumplir con otra serie de características para poder cumplir sus funciones:

- Precisa la resistencia necesaria para sostener el peso del vehículo.
- Necesita la capacidad de no deslizarse en los momentos de las frenadas normales.
- Tiene que absorber y amortiguar parte de las irregularidades del terreno. En torno al 10%.
- Tiene que presentar cierta resistencia al desgaste.
- Presentar facilidad para disipar el calor producido durante la frenada y por el rozamiento con el suelo por poseer la adherencia.



Figura 11.1
Rueda: parte metálica y neumática.

- f) Su peso tiene que ser ligero, reduciendo los efectos de inercia y las masas no suspendidas.
- g) Lateralmente necesita tener resistencia transversal para los efectos de deriva.
- h) Tiene que facilitar su montaje y desmontaje cuando sea preciso.

La rueda está compuesta, como se ve en la figura 11.1, por dos elementos bien diferenciados, la parte metálica y el neumático.

11.1.1. Parte metálica

La parte metálica está formada por llanta, disco y cubo (en las ruedas de alambres o de radios). Un ejemplo del perfil de una llanta se puede apreciar en la figura 11.2.

La llanta es la parte metálica de la rueda que, mediante un perfil adecuado, soporta el neumático y permite la unión del mismo al buje del vehículo a través del disco o piezas de acoplamiento.

Las características principales de las llantas son su diámetro y su perfil, que es de sección transversal. En él es fundamental considerar varias zonas:



Figura 11.2
Llanta.

1. *Pestaña*. Es la superficie donde se apoya lateralmente el talón de la cubierta.
2. *Asiento de talón*. Es la superficie de la llanta sobre la que se apoyan los talones de la cubierta.
3. *Base*. Corresponde a la superficie de la llanta comprendida entre ambos asientos de talón.
4. *Orificio para salida de válvula*. La llanta presenta un taladro que permite el montaje de la válvula por donde sobresale.

Normalmente la llanta y el disco forman una sola unidad y se unen de diferentes formas (figura 11.5).

Existen varios tipos de llantas, de base honda o desmontables, que pueden ser de semionda o planas.

Las dimensiones de las llantas dependen, entre otros factores, del tamaño de las ruedas que se montan sobre ellas, y por eso hay que conocer la terminología dimensional de las llantas, como se refleja en la figura 11.3.

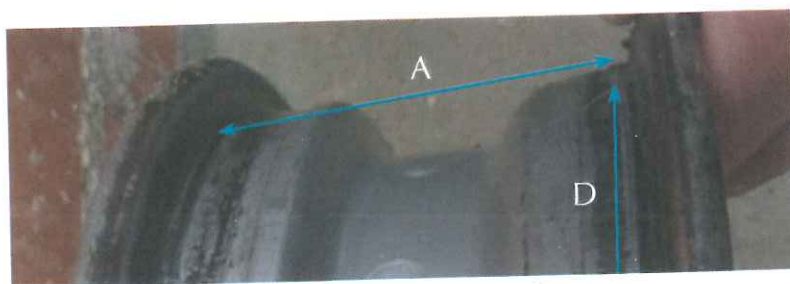


Figura 11.3
Dimensiones de una llanta.

- *Anchura (A)*: se mide en pulgadas. Es la cota del perfil, comprendido entre los dos vértices, formados por los asientos de talón y las pestañas.
- *Diámetro nominal (D)*: se mide en pulgadas. Es el que corresponde a la diferencia de los asientos de talón, medida teóricamente, en cualquiera de los vértices antes citados.

Otra parte metálica importante es el disco, que posee varias zonas funcionales:

- a) *Superficie de apoyo*: es la superficie plana del disco que debe acoplarse sobre la zona correspondiente del buje del vehículo.
- b) *Agujeros de fijación*: son aquellos que permiten el paso de los pernos de fijación.
- c) *Agujero central (solo para las ruedas que lo posean)*: es el agujero practicado en el centro del disco que permite salvar el cubo del buje.
- d) *Ventana de válvula*: es la abertura practicada en el disco para dar acceso a la válvula de inflado, cuando es necesario. Ciertas llantas disponen de dos ventanas diametralmente opuestas, lo que facilita el equilibrado de la rueda.
- e) *Ventanas de ventilación*: son aquellas practicadas en el disco para facilitar la refrigeración de los tambores o discos de freno.

En la actualidad los tipos de ruedas que se fabrican suelen ser:

1. *Ruedas de disco de acero estampado*: son rígidas, resistentes a los golpes y relativamente ligeras, así como fáciles de producir en grandes cantidades. Son las que más se emplean en la actualidad.
2. *Ruedas de disco de aleación ligera*: los agujeros para el paso de los espárragos de fijación presentan un asiento cónico para el correcto centrado de la rueda.

En la figura 11.4 se pueden ver unos ejemplos de distintos tipos de discos.

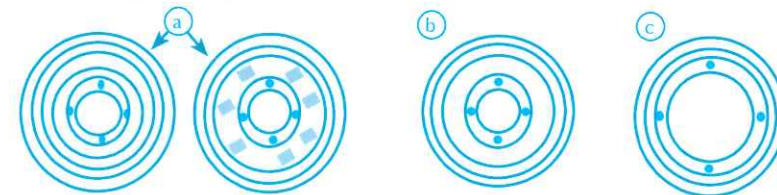


Figura 11.4
Tipos de discos de ruedas: convencionales (a); sin ventanas (b); anulares (c).

Como se ha comentado antes, la unión del disco de rueda y la llanta puede realizarse de varias formas y se ve en la figura 11.5.

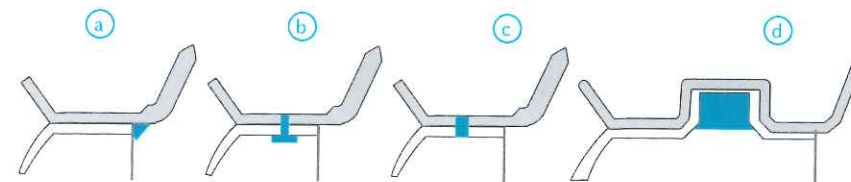


Figura 11.5
Tipos de unión entre rueda y llanta: por soldadura de arco (a); por remaches (b); por soldaduras por puntos (c); por embuticiones (d).

1. Tipos de ruedas

Al existir varios tipos de llantas y de discos, esto hace que las ruedas se diseñen de distinta forma, dependiendo de los elementos que las conforman:

- a) *Ruedas de aleación ligera*: por presentar un menor peso, en comparación con el acero, las aleaciones de aluminio y magnesio permiten mayores espesores, con lo cual aumenta la rigidez, y la distribución de tensiones tiene lugar sobre su zona más amplia.

En este tipo de ruedas, la llanta puede ser más ancha, permitiendo el montaje de neumáticos de gran sección, lo que posibilita mayor adherencia y por tanto alcanzar mayores velocidades.

Debido a que las aleaciones ligeras son buenas conductoras de calor, la refrigeración de los frenos y de los neumáticos es mejor que en las ruedas de acero. Sin embargo, son muy sensibles a las corrosiones.

- b) *Ruedas con radios de acero*: son ruedas muy ligeras a la vez que de gran fortaleza. Su empleo está prácticamente restringido a ciertos vehículos deportivos o de competición. Todos los esfuerzos a que están sometidas las ruedas se transmiten desde la llanta al cubo a través de sus radios, cuya resistencia a la tracción es mucho mayor que a la compresión. Debido a la poca resistencia que ofrecen a la flexibilidad, los radios por separado deben entrelazarse con el fin de conseguir la resistencia adecuada.

Puesto que los radios se fijan a la llanta de la rueda mediante tuercas, y no se consigue con ello una estanqueidad correcta, no pueden montarse en ellas neumáticos sin cámara y presentan un coste de fabricación muy elevado.

11.1.2. Parte neumática

Es la parte que se monta sobre la llanta. Está en contacto directo con el suelo. Se trata de un anillo de caucho relleno de aire que, además de proporcionar la adherencia necesaria con el pavimento, sirve de amortiguador de las irregularidades de este.

Se compone de tres elementos principales:

1. *La cámara (T)*: que tiene forma cilíndrica, es de caucho blando, hinchable y que se interpone entre la llanta y la parte exterior (cubierta). No todos los neumáticos la tienen.
2. *La cubierta (C)*: que es la parte exterior, que se estudiará más adelante.
3. *El protector (P)*: que se sitúa entre la llanta y la cámara. No lo llevan todas las ruedas, suelen llevarlo únicamente los neumáticos con cámara de aire.

Actividad propuesta 11.1

Indica todas las partes que conforman una rueda, especificando los elementos que forman cada parte. Además, comenta las características principales que tienen las ruedas, según el tipo que sea.

11.2. Tipos de neumáticos

Actualmente los neumáticos que pueden encontrarse en los vehículos son de dos tipos:

1. *Neumáticos con cámara*. Son aquellos en los que la llanta y la cubierta forman un conjunto con la cámara, asegurando esta la estanqueidad. La cámara lleva incorporada la válvula. Se les denomina *tube-type*.

La llanta de este tipo de neumáticos no admite un neumático sin cámara. El protector no permite que la cámara entre en contacto con la llanta.

2. *Neumáticos sin cámara*. En la actualidad se utilizan los neumáticos sin cámara, en los que se suprime este elemento debido a la mayor estanqueidad que ofrecen, permaneciendo el aire entre la cubierta y la llanta. Se les denomina *tubeless*.

La principal ventaja de los neumáticos sin cámara es que ante un pinchazo el aire se pierde con cierta lentitud, lo que permite circular durante algunos kilómetros, mientras que en los equipados con cámara el aire se pierde de manera instantánea. Otras ventajas son: disminución del riesgo de reventón, no hay oxidación en el interior de la llanta, no se forman bolsas de aire entre la cámara y la cubierta y el peso reducido del conjunto.

Su mayor inconveniente es la menor estanqueidad, ya que cualquier deformación de la llanta permite la pérdida de aire.

El cierre estanco se consigue por medio de una capa de goma muy impermeable al aire que lleva adherida interiormente a la cubierta.

La cubierta tiene que ir montada sobre una llanta especial. Lleva una válvula apropiada, montada en un orificio practicado en la misma, lo que indica que las llantas de ruedas con cámara son distintas a las llantas de ruedas sin cámara.

Recurso web

Con el código QR adjunto podrás acceder para visionar un vídeo en el que podrás comparar la composición de un neumático con cámara y sin cámara.



Actividad propuesta 11.2

Indica los tipos de neumáticos que conoces, características principales de cada uno y especifica sus ventajas e inconvenientes.

11.3. Tipos de cubiertas

La estructura de la cubierta y los elementos que la componen varían de unas a otras, pero en general, las partes que componen las cubiertas son las que se describen a continuación.

- a) *Carcasa*: es la parte del neumático que proporciona flexibilidad y resistencia a la estructura y soporta los esfuerzos. Está formada por capas superpuestas de tejidos con cuerdas engomadas y cruzadas entre sí para dar resistencia al conjunto.
- b) *Cinturón o capas de rodadura*: se monta entre la banda de rodadura y la carcasa y tiene por finalidad que el neumático no se deforme, excesivamente, por la zona de rodadura.
- c) *Banda de rodadura*: es la zona de contacto entre el terreno y el vehículo, siendo la zona de mayor desgaste de la rueda. Está formada por una gruesa capa de goma, en la que se practica la escultura del neumático (el dibujo o surcos de la banda de rodadura), que permite tanto el agarre del vehículo como la evacuación de agua por ellos.
- d) *Hombros*: son los extremos laterales donde termina la banda de rodadura y comienzan los flancos. Es donde se genera la mayor temperatura del neumático.
- e) *Flancos*: son los costados laterales de la cubierta. Están sometidos a constantes esfuerzos (flexión y carga). Son los que se deforman, debido a las irregularidades del terreno.
- f) *Talones*: son la zona de unión de la cubierta a la llanta. En ellos se alojan los aros de acero, llamados *aros de talón*, que aseguran la fijación a la llanta.
- g) *Capa de caucho duro*: cualquiera que sea el tipo de cubierta, va recubierta interiormente por una capa de caucho duro vulcanizado.

Existen varios tipos de cubiertas dependiendo de la arquitectura o disposición de las capas o lonas que forman la carcasa, y esto a su vez depende de la utilización que se va a hacer del neumático (tipo de terreno por el que circulará, etc.). Por esto, actualmente se fabrican tres tipos de carcasas, que dan los siguientes nombres a las cubiertas:

1. *Cubiertas diagonales o convencionales*. La carcasa está compuesta de varias lonas que se cruzan entre sí, de talón a talón, y está formada por capas de fibras textiles o hilos de acero, que forman un ángulo de 30° a 40° con respecto al eje de la circunferencia de la cubierta; y entre capa y capa, ángulos de 60° a 90° .

Una de las características más importantes son los ángulos que forman los hilos, pues determinan su resistencia, estabilidad direccional e incomodidad en la conducción.

Al rodar se producen los siguientes *inconvenientes*, motivos por los cuales actualmente no se utilizan:

- Una deformación de la superficie de contacto con el pavimento.
- Un desgaste más rápido por calentamiento.
- Una menor adherencia.
- Consumo de combustible más elevado.

2. *Cubierta diagonal cinturada o cubierta reforzada*. Combina la estructura de la cubierta diagonal con un cinturón, que hace mejorar sus características. En la actualidad no es muy extendido su uso.

3. *Cubierta radial*. En esta cubierta, la carcasa (o armazón) está formada por varias capas de hilos textiles o de acero que van dirigidos en sentido del radio de un talón a otro, formando con el eje de la circunferencia de la cubierta un ángulo de 90° .

Entre la banda de rodadura y la carcasa se colocan varias capas que forman el cinturón. Las cuerdas que forman el cinturón forman un ángulo de aproximadamente 20° con el eje de rodadura. Esta cintura estabiliza la cima o parte superior de la carcasa.

Las cubiertas radiales presentan unas *ventajas* respecto al resto de cubiertas:

- Se reducen las deformaciones de la superficie de contacto con el pavimento.
- No existe desplazamiento entre las lonas de la carcasa.
- Aumento del rendimiento kilométrico.
- Mejora de la adherencia.
- Mejor estabilidad.
- Disminución del consumo de combustible.
- Aumento de confort, debido a su gran flexibilidad.
- Disminución de calentamiento y desgaste del neumático.

Recurso web

www

Accediendo con el código QR adjunto podrás ver claramente las características principales de los neumáticos diagonales y radiales, ventajas, inconvenientes, distribución de las lonas, etc.



11.3.1. Materiales de las cubiertas

Los materiales que hacen posible que existan varios tipos de cubiertas y en un mismo tipo de cubierta disponer de varias zonas con distintos hilos en cada una, que proporcionan características y, por tanto, comportamientos distintos de una zona a otra de una misma cubierta, en líneas generales, son los siguientes:

- a) *Caucho natural o sintético*: el natural se obtiene del tratamiento del látex, mientras que el sintético es un producto obtenido de los hidrocarburos.
- b) *Negro de humo*: para conseguir el característico color negro, mayor resistencia a la presión y mayor elasticidad.
- c) *Azufre*: para facilitar el vulcanizado.
- d) *Cables*: fabricados a base de rayón, poliéster, fibra de vidrio y acero.



Actividad propuesta 11.3

Indica las ventajas que presentan las cubiertas radiales respecto al resto de cubiertas, que hacen que sean las más empleadas actualmente.

11.4. Elección del neumático

Los fabricantes hacen una gama de productos, según las condiciones de utilización del neumático, para conseguir la adherencia del neumático, la estabilidad direccional, el confort de la marcha, el desgaste neumático lento y homogéneo, la resistencia a la rodadura y el drenaje bueno y poco ruidoso.

Los fabricantes, en sus catálogos, recomiendan el tipo de neumático que mejor se debe utilizar en función de todas las circunstancias y factores que en cada caso específico intervienen.

Para conseguir todo lo anterior, los fabricantes se basan en las funciones que deben cumplir los neumáticos: transmitir el esfuerzo motor, dirigir el vehículo, participar en la estabilidad, participar en la suspensión y participar en la frenada y, por otra parte, su aplicación a distintos terrenos y épocas del año.

El neumático ideal es muy difícil de conseguir, se fabrican priorizando unas características respecto a otras, en función de gustos del conductor y usos de los mismos, y por esto, es importante escoger el tipo de estructura, escultura, llanta y presiones, dependiendo del vehículo, la utilización que se haga de este, la velocidad media a la que se suele circular y la época del año en la que se circulará principalmente.

Actividad propuesta 11.4



Indica las funciones básicas que consideran los fabricantes de neumáticos a la hora de fabricarlos. En relación con esas funciones, ¿se te ocurre algún factor más que se deba tener en cuenta como conductor a la hora de escoger el tipo de neumático que se monta en el vehículo?

11.5. Tipos de montaje de las ruedas

Según su montaje, las ruedas se dividen en 11.4 dos grupos:

1. *Simples*: cuando se monta una rueda en cada extremo del eje de giro. Suele ser el empleado en el eje delantero de los camiones.
2. *Gemelas*: cuando se montan dos ruedas en cada extremo del eje de giro. Es el tipo de montaje que se suele emplear en el eje trasero de los camiones y autobuses, soportando, aproximadamente, el doble de carga que el eje delantero.

Los neumáticos que se emparejen deben de cumplir los siguientes requisitos:

- Tienen que ser inflados a la misma presión.
- Deben ser de la misma dimensión.
- De la misma marca, modelo y tipo, porque así se garantiza el mismo grado de desgaste y de agarre.
- Tener una tolerancia máxima de emparejamiento en los ejes de 0,5%.
- Si fuera preciso tener ruedas de distinta dimensión, la rueda de mayor diámetro se montaría en el exterior del emparejamiento.

Actividad propuesta 11.5



Las ambulancias, como automóviles de servicio que son, emplean ruedas simples en su montaje, pero ¿qué crees que pasaría si se diseñaran con ruedas gemelas, en cuanto a la prestación del servicio, funcionamiento, estabilidad del vehículo, rapidez, etc.? Razona tu respuesta.

11.6. Válvula

La válvula es el elemento del neumático que permite el llenado de aire, su control o retención y el vaciado.

Su montaje puede ser en neumáticos con cámaras y en neumáticos sin cámaras.

La figura 11.6 representa la disposición de la válvula en neumáticos con cámara y su montaje.

La figura 11.7 representa la válvula que va montada en la cámara.

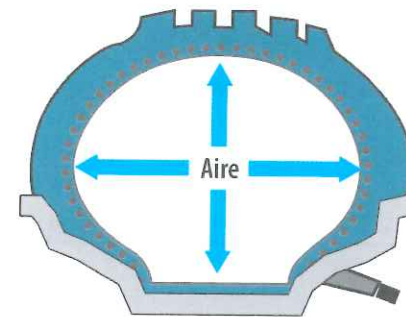


Figura 11.6
Válvula en neumático con cámara.

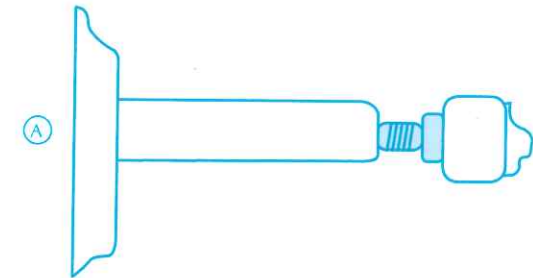


Figura 11.7
Vista ampliada de válvula en neumáticos con cámara.

La figura 11.8 representa la disposición y colocación en la llanta de la válvula, en un neumático sin cámara.

La figura 11.9 representa la válvula que va montada en la llanta, cuando no lleva cámara.

La ubicación concreta de las válvulas de neumáticos sin cámara puede apreciarse en la figura 11.10.

Como puede apreciarse claramente en las figuras 11.7 y 11.9, la forma de una válvula de un neumático con cámara es diferente a la que posee una válvula de un neumático sin cámara, no pudiéndose montar ninguna de las dos en neumáticos que no corresponden.

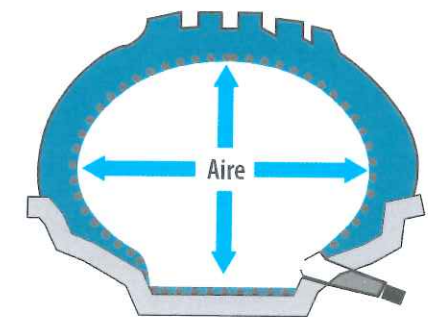


Figura 11.8
La válvula en neumático sin cámara.



Figura 11.9
Vista ampliada de válvula en neumáticos sin cámara.

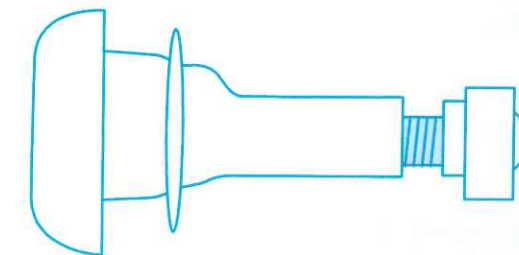


Figura 11.10
Colocación de la válvula en la llanta en neumáticos sin cámara.

PARA SABER MÁS

Existen válvulas de materiales diferentes que se montan en unos neumáticos o en otros dependiendo de la presión de los neumáticos:

- *Válvulas de caucho*, que permiten una presión máxima de inflado de neumático de 65 psi, y se emplea en vehículos de pasajeros, remolques y camiones de trabajo poco pesado.
- *Válvulas de caucho para presión alta*, que permiten una presión máxima de inflado de neumático superior a 65 psi, y se emplean en camiones de trabajo intermedio o duro y remolques.
- *Válvulas de metal para presión alta*, que se pueden emplear en todo tipo de vehículos, especialmente para los que puedan superar los 210 km/h.

11.7. Neumáticos especiales

Estos neumáticos han requerido un diseño especial en su fabricación para conseguir mayores velocidades y más seguridad.

Aunque existen varios neumáticos especiales, y cada vez se fabrican nuevos tipos, los más conocidos son:

1. *Neumáticos con cámara múltiple de aire (Kleber)*. La estructura de este neumático es radial y carece de la cámara de aire normal, que en este caso, como puede apreciarse en la figura 11.11, está dividida en tres compartimentos y cada uno con su correspondiente válvula.

Es adaptable a todo tipo de llantas comerciales. No es necesaria la rueda de repuesto, manteniendo la estabilidad en caso de un pinchazo.

2. *Neumático Denobo*. Este neumático no lleva cámara. La banda de rodadura es ancha y los flancos estrechos. En condiciones normales resulta más eficaz que un neumático radial.

En caso de un pinchazo, cuando empieza a desinflarse, se sella automáticamente el pinchazo por medio de un líquido que lleva interiormente, evitando el recalentamiento del neumático. En este caso se puede hacer un recorrido de 160 km a una velocidad de 80 km/h.

3. *Neumático Drop Center*. El neumático Drop Center es un neumático sin cámara y se emplea en camiones y autobuses. Está mejor refrigerado que los neumáticos clásicos, al tener una superficie ligeramente superior a los clásicos.

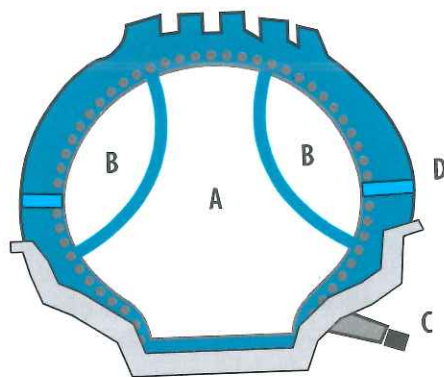


Figura 11.11
Neumático con cámara múltiple de aire: cámara principal (a); cámaras laterales (b); válvula principal (c); orificios para válvulas laterales (d).

4. *Neumático Super Single*. Este neumático no posee cámara. Reemplaza, en algunos casos, a las ruedas gemelas debido a su sencillez, el buen reparto de carga y su menor peso y menor resistencia a la rodadura.



Actividad propuesta 11.6

Con el manual del conductor de tu vehículo o el de un familiar, busca el tipo de neumático que recomiendan para dicho vehículo y anótalo junto a las características que posee.

11.8. Homologación

Todos los neumáticos deben cumplir las especificaciones y las normas que se indican en el Reglamento de Homologación para Neumáticos, para su fabricación.

Ejemplo

La marca de homologación E 9-002430 indica que el neumático considerado ha sido homologado en España con el número 002430.

11.9. Nomenclatura

En el Reglamento de Homologación se relacionan los datos que corresponden a la identificación del neumático. Estos datos deben ir impresos en los flancos del neumático y responden a las características concretas del neumático.

En el capítulo anterior ya se vieron ejemplos de los datos convencionales que suelen indicarse en los flancos de los neumáticos de vehículos tradicionales.

Si se analizan ahora ejemplos de marcaje de cubiertas de ruedas de camión, pueden comentarse ciertos datos o diferencias que no suelen aparecer en los neumáticos de turismos, ambulancias, etc.

Un ejemplo de los datos que suelen aparecer en un neumático empleado en camiones puede ser el siguiente:

Ejemplo

En 315/80 R 22,5 154/149 L Regrovable – Tubeless,

- 315 es la anchura de la banda de rodadura en milímetros.
- 80 es la relación porcentual entre la altura y la anchura de sección ($H/S \times 100 = 80$).
- 154 es el índice de carga para montaje simple.
- 149 es el índice de carga para montaje gemelo.
- L es el índice de velocidad máxima alcanzada por el neumático.

- *Regrovable* significa que este neumático está previsto para que su banda de rodadura sea conformada, cuando esta se ha desgastado.
- *Tubeless* indica que es un neumático sin cámara.
- R indica que su estructura es radial.
- 22,5 es el diámetro de la llanta en pulgadas.

En lo referente a la *estructura*, puede variar dependiendo de lo que se refleje:

- Si la cubierta es radial, figura una "R".
- Si la cubierta es diagonal cinturada, aparece "Biasbel Ted".
- Si la cubierta es diagonal convencional, no figura nada específico.

En cuanto a las *condiciones de utilización*, el índice de velocidad máxima del neumático representa la velocidad máxima recomendada para el neumático que lleva el vehículo. Estos índices varían de unos fabricantes de neumáticos a otros, se reflejan en tablas específicas y algunos de ellos son:

- S = hasta 180 km/h.
- H = hasta 210 km/h.
- V = hasta 240 km/h.

Si es un neumático preparado para utilizarlo en nieve, figura un signo como "M.S" o "M+S" que indica que se puede utilizar sobre nieve o barro.

Si se analiza el índice de carga, representa un índice tabulado específicos de cada fabricante. Estas tablas reflejan el número de kilos que puede soportar como máximo cada neumático, Por ejemplo, índice 88 corresponde a 560 kg, como puede comprobarse en el cuadro 11.1.

Al existir *neumáticos con cámara y sin ella*:

- Si el neumático lleva cámara, no figura ningún símbolo.
- Si el neumático no lleva cámara, figura la palabra *tubeless*.

La *fecha de fabricación del neumático* también suele reflejarse en el flanco del mismo: en un recuadro figurarán 3 o 4 dígitos. Los dos primeros indican la semana del año en que se fabricó y el último o dos últimos dígitos, el año en que se fabricó.

El *indicador de desgaste* es otro elemento ubicado en uno de los surcos principales de la banda de rodadura, como puede apreciarse en la figura 11.12. Por motivos de seguridad, se recomienda no esperar a que los neumáticos estén lisos para reemplazarlos. Los neumáticos tienen indicadores de desgaste, que se manifiestan por la aparición de bandas transversales lisas cuando la profundidad del dibujo ha quedado reducida a 1,6 mm. Este dispositivo tiene como finalidad indicar el grado de desgaste del neumático y poder vigilar así su progresión.



Figura 11.12
Indicador de desgaste de neumático.

CUADRO 11.1
Ejemplo de índices de carga de neumáticos

Índice de carga	Peso en kg	Índice de carga	Peso en kg	Índice de carga	Peso en kg	Índice de carga	Peso en kg
20	80	55	218	79	437	101	825
22	85	58	236	80	450	102	850
24	85	59	243	81	462	103	875
26	90	60	250	82	475	104	900
28	100	61	257	83	487	105	925
30	106	62	265	84	500	106	950
31	109	63	272	85	515	107	975
33	115	64	280	86	530	108	1000
35	121	65	290	87	545	109	1030
37	128	66	300	88	560	110	1060
40	136	67	307	89	580	111	1090
41	145	68	315	90	600	112	1120
42	150	69	325	91	615	113	1150
44	160	70	335	92	630	114	1180
46	170	71	345	93	650	115	1215
47	175	72	355	94	670	116	1250
48	180	73	365	95	690	117	1285
50	190	74	375	96	710	118	1320
51	195	75	387	97	730	119	1360
52	200	76	400	98	750	120	1400
53	206	77	412	99	775		
54	212	78	425	100	800		



Actividad propuesta 11.7

Fíjate en los neumáticos de tu vehículo o el de un familiar y, anotando los datos que aparecen en el flanco, especifica lo que significa cada uno de ellos, ayudándote de los cuadros proporcionados en este libro, si lo necesitas.

11.10. Recauchutado

Consiste en sustituir la goma de la banda de rodadura, el conjunto de lonas de la cintura o parte de ella. Solo se pueden recauchutar aquellos neumáticos que tengan la carcasa en buen estado sin ol-

vidar que son reparaciones que no siempre es aconsejable realizar. Esta operación suele hacerse solo en ruedas de camiones, por su gran tamaño y, por tanto, alto coste de cambiar ruedas completas.

11.11. Empleo de cadenas

Cuando las condiciones atmosféricas provocan la aparición de nieve o hielo en el asfalto, la adherencia de los neumáticos se reduce notablemente, lo que provoca una limitación importante en la capacidad de tracción. En estas condiciones, para garantizar la motricidad, se colocan las cadenas que cubren la circunferencia de la cubierta transversalmente al sentido de giro de la misma y a unas distancias regulares. Eso permite que la cadena “agarre” sobre la nieve y el hielo, proporcionando suficiente motricidad para el avance.

Las cadenas deben colocarse siempre en el eje motor: es decir, en el delantero, en los vehículos con tracción, y en el trasero en los de propulsión, debido a las grandes exigencias que provocan en la banda de rodadura. La velocidad del vehículo debe ser moderada y en el momento en que la capa de hielo o nieve desaparezca, deben retirarse.

Si las condiciones no son demasiado extremas, una buena alternativa a las cadenas son los denominados *neumáticos de invierno*. Su principal característica está en la banda de rodadura, que dispone de una serie de laminillas móviles de goma que se clavan en la nieve unos milímetros y permiten una mayor capacidad de adherencia longitudinal. Cuando se circula en firme seco, por su propia configuración, las laminillas se afilan debido a un desgaste calculado por el fabricante y que las deja preparadas para su próxima utilización en nieve. El inconveniente de estos neumáticos es su mayor desgaste y su menor capacidad para circular a alta velocidad, por lo que su uso debe limitarse a la estación invernal.

Otro tipo de neumáticos disponen en la banda de rodadura de unos clavos de acero, con las puntas redondeadas, sobresaliendo en la cubierta unos 2 mm.

Actividad propuesta 11.8



Consultando internet o manuales a tu disposición, indica cuáles son las alternativas que actualmente están en el mercado para las ruedas del vehículo en caso de circular con nieve o hielo, junto con sus características principales.

11.12. Principales factores que influyen en la seguridad y en el rendimiento de los neumáticos

Los neumáticos tienen una determinada capacidad de carga que como norma general no debe sobrepasarse, porque disminuye su rendimiento y por tanto la seguridad.

Por ejemplo, un neumático sobrecargado en un 20%, o incluso con un 20% de presión menos de la correcta, pierde un 30%, aproximadamente, de su rendimiento.

Existen diferencias entre un neumático con una presión excesiva y el mismo neumático con una presión insuficiente.

Una situación con presión excesiva presenta una huella de la banda de rodadura sobre el firme menor que la que debería tener, puesto que apoya principalmente por el centro de la banda de rodadura, elevándose los laterales.

Una situación con presión insuficiente adopta una forma deformada por los flancos, y el centro de la huella que forma la banda de rodadura con el firme se eleva, apoyando principalmente el neumático por sus flancos, sufriendo la zona de los talones, que es donde se acopla el neumático con la llanta.

Lo recomendable es circular con la presión adecuada de los neumáticos, indicada por el fabricante de estos, ya que circular con poca presión de aire en los neumáticos desgasta más el neumático, en parte porque lo calienta más. Mientras que una presión excesiva disminuye la adherencia, favorece el que el neumático patine y los riesgos de cortes o desgarros del neumático, puesto que sus capas están más tensas de lo adecuado, pudiendo provocar fatiga excesiva de la carcasa del neumático.

La presión debe verificarse regularmente puesto que la presión correcta de los neumáticos proporciona seguridad, ahorro de combustible, mayor duración de las cubiertas y mayor confort.

Recurso web

www

Accede con el código QR adjunto a un vídeo con el que podrás aprender las diferencias relativas a presiones de los neumáticos dependiendo de la temperatura del mismo.



La temperatura afecta al comportamiento de los materiales que conforman los neumáticos, y, por tanto, el desgaste de los neumáticos depende también, en gran medida, de la temperatura ambiente durante su rodaje y de la velocidad a la que se está circulando: a mayor velocidad, mayor desgaste.

Ejemplo

Un neumático se desgasta dos veces más rápido a 120 km/h que si se circula a unos 70 km/h.

Los choques contra los bordillos de las aceras, así como el paso a gran velocidad sobre baches, piedras u otros obstáculos, pueden causar daños en el neumático, aunque sus consecuencias no aparezcan siempre en el momento. Suponiendo que un bache o piedra impacta inicialmente sobre el neumático en un punto concreto, eso hace que se deforme. La velocidad a la que impacte el neumático contra la anomalía del terreno hará que el neumático pueda deformarse sin problema y vuelva a su forma tradicional al desaparecer este, o si es excesiva la velocidad, no tenga tiempo suficiente el neumático para deformarse y recuperar su forma, y en tal caso, se deforme o incluso se rompa (pinchazo, reventón, etc.).

Una conducción deportiva por carreteras sinuosas, con fuertes aceleraciones y frecuentes frenazos, origina tensiones que disminuyen considerablemente y de forma muy variable el rendimiento de los neumáticos.

A título orientativo se puede afirmar que, generalmente, si un tipo de rodaje origina un mayor consumo de carburante o un desgaste más rápido de los frenos, al mismo tiempo, ocasiona también un mayor consumo de neumáticos.

Aparte de todo lo comentado hasta el momento referente a los neumáticos, existen otras recomendaciones para garantizar una vida útil de estos adecuada:

- a) Verificar la presión cuando los neumáticos estén fríos:
- En un turismo se entiende por neumático frío aquel que haya permanecido sin circular al menos una hora antes de comprobar la presión, o si lo ha hecho, solo unos 2 o 3 km a velocidad reducida.
 - En camiones ligeros, el neumático frío es cuando no haya rodado desde hace horas.

Es normal que la presión aumente en el transcurso del rodaje. Por este motivo, si es inevitable verificar las presiones después de un cierto recorrido (neumáticos calientes), hay que tener en cuenta que, para que sean correctas, según el fabricante, la medida de presión debe indicar un valor superior en $0,3 \text{ kg/cm}^2$ a las recomendadas en frío. Más tarde, cuando sea posible, es preciso poner las presiones adecuadas con los neumáticos fríos.

No debe olvidarse verificar la presión de la rueda de repuesto.

- b) No desinflar jamás los neumáticos calientes.
- c) Vigilar los neumáticos durante la circulación de los mismos, puesto que unos neumáticos bien cuidados dan seguridad y un buen rendimiento kilométrico.
- d) Vigilar regularmente el estado de las cubiertas, las ruedas y las válvulas, especialmente en neumáticos sin cámaras, puesto que los cortes, grietas, desgarros de las lonas, etc., en la banda de rodadura o en el flanco, pueden hacer necesario reemplazarlos o repararlos.
- e) Vigilar la forma de desgaste de las cubiertas, ya que los desgastes anormalmente rápidos o irregulares indican un uso anormal del neumático o un desajuste mecánico.

Ejemplo

- Un desajuste del paralelismo en las ruedas del eje delantero o en ciertos casos en el trasero ocasiona desgastes anormales y rápidos.
- Las holguras demasiado importantes de rodamientos o de dirección provocan desgastes irregulares.
- Los frenos mal regulados pueden ocasionar desgastes localizados o crecientes de un punto a otro de la banda de rodadura.

En la figura 11.13 puede apreciarse una banda de rodadura en buen estado y las zonas donde se desgastaría de forma anómala dependiendo del aire, de la suspensión, etc.

La figura 11.13b muestra las zonas que se desgastarían y las que no, en el caso de que la rueda, al circular fuera "botando" sobre el terreno, principalmente por una suspensión deteriorada o rota, que haría que la rueda se fuera levantando y apoyando sobre el terreno al circular.

La figura 11.13c muestra la zona que se desgastaría más que la otra, en el caso de que la rueda, al circular fuera apoyando sobre el terreno, principalmente por las cotas de dirección, la geometría de la dirección.

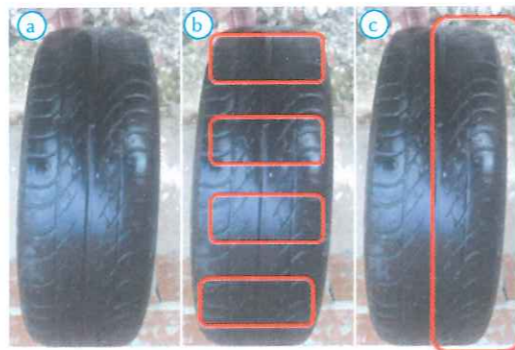


Figura 11.13
Desgaste uniforme y zonas de desgaste anómalo de la banda de rodadura.

No hay que olvidar que incluso las cotas de la geometría de la dirección también afectan al desgaste de los neumáticos y que una caída positiva o negativa exagerada puede provocar un desgaste que afecte solo a una parte de la banda de rodadura, como lo que se ve en la figura 11.13c.



Actividad propuesta 11.9

Fíjate en el desgaste de los neumáticos de tu vehículo o los de un familiar. Si el desgaste es uniforme, indicará que las cotas de dirección, el estado de la dirección y suspensión, etc., es correcto. Pero si el desgaste que ves no es uniforme, dependiendo de cómo sea y considerando todo lo ya estudiado en este libro, ¿a qué crees que se puede deber ese desgaste y cómo puede solucionarse el problema?

11.13. Mantenimiento de las ruedas

Al estar compuestas de varias partes, cada una tiene un mantenimiento y precauciones diferentes.

La llanta debe mantenerse siempre bien equilibrada. Esto se realiza mediante la colocación por la parte exterior o interior, según proceda, de unos contrapesos de plomo que evitan las vibraciones producidas por la diferencia de masa a lo largo del perímetro.

Hay que poner especial cuidado en la limpieza después de circular por caminos embarrados, pues el barro adherido a la llanta puede desequilibrar la llanta y producir vibraciones fuertes. También hay que tomar las debidas precauciones al aparcar, evitando rozar las llantas con los bordillos, lo que podría desprender los contrapesos de equilibrado.

Por lo que se refiere a los neumáticos, los principales cuidados deben centrarse en las presiones de inflado, tomando como base las recomendadas por el fabricante y adecuándolas a la carga. Nunca poner presiones distintas en los neumáticos montados en el mismo eje.

También hay que poner atención a la profundidad del dibujo, ya que esta no debe ser inferior a 1,6 mm en toda su superficie.

1. Cuando el desgaste se produce en los dos laterales de la banda de rodadura, la causa es una presión insuficiente.
2. Si por el contrario se produce en la zona central, se debe a una presión excesiva.
3. La presión correcta del neumático provoca un desgaste uniforme de la banda de rodadura y por consiguiente una huella uniforme sobre el firme.

A la hora de cambiar los neumáticos, lo recomendable es sustituir los cuatro a la vez, aunque si esto no fuera necesario o posible, existen diferencias de opiniones de unos expertos a otros. Algunas de ellas son:

- Poner los neumáticos en mejor estado, o nuevos, en el eje trasero, en vehículos de tracción.
- En cuanto a la permutación de ruedas, que es intercambiar las ruedas del eje trasero al delantero, en vehículos de tracción, no se debe cambiar el lado de las ruedas. Lo correcto es cambiar las de detrás a la zona delantera, sin cruzar de derecha a izquierda. El motivo es que, en caso de pinchazo o reventón, el conductor siempre puede intentar dominar el vehículo mediante la dirección. Por ello es preferible llevar las mejores ruedas detrás, para intentar reducir las posibilidades de daño en el eje sobre el que no podemos actuar directamente, porque suele ser el eje delantero directriz.

Actividad propuesta 11.10



Compara el estado de las llantas y neumáticos de tu vehículo y verifica si es el correcto. De no serlo, rectifica los valores hasta alcanzar los correctos y realiza las operaciones necesarias de mantenimiento. Anota en tu cuaderno el estado de los neumáticos y llantas y lo que has hecho para restituirlos a su correcto estado.

Resumen

- La misión principal de las ruedas es soportar el peso del automóvil y transmitir la potencia procedente de la transmisión para desplazar el vehículo asegurando la dirección y la adherencia en los momentos de aceleración y deceleración.
- Las ruedas se componen de una parte metálica (formada por llanta, disco y cubo –en las ruedas de alambres o de radios–) y una parte neumática (compuesta de cámara, cubierta y protector).
- Existen varios tipos de ruedas, las de aleación ligera y las que tienen radios de acero.
- Existen varios tipos de neumáticos, con cámara y sin cámara.
- Existen varios tipos de cubiertas, dependiendo de la arquitectura o disposición de las capas o lonas que forman la carcasa, según la utilización que se va a dar al neumático: las cubiertas diagonales convencionales, las cubiertas diagonales cinturadas y las cubiertas radiales.
- Según su montaje, las ruedas se dividen en simples y gemelas.
- Los tipos de válvulas que se montan en los neumáticos se clasifican en función de si son neumáticos con cámara o neumáticos sin cámara, aunque independientemente de esta clasificación también hay otra clasificación, que depende de factores como la presión de los neumáticos o la velocidad que el neumático puede alcanzar.
- Algunos neumáticos especiales fabricados para conseguir más seguridad y mayor velocidad son los neumáticos con cámara múltiple de aire (Kleber), los neumáticos Denobo, los neumáticos Drop Center y los neumáticos Super Single.
- Todos los neumáticos deben cumplir las especificaciones y las normas necesarias para su homologación y poseer así una nomenclatura estandarizada que refleje las características principales del neumático, como velocidad máxima, carga máxima soportada, al igual que las llantas, que también van marcadas con sus características.
- El recauchutado consiste en sustituir la goma de la banda de rodadura, el conjunto de lonas de la cintura o parte de ella. Suele hacerse solo en ruedas de camiones.
- El empleo de cadenas es muy habitual en condiciones de circulación con nieve o hielo, aunque actualmente existen otros sistemas alternativos a las cadenas.
- Existen factores que influyen en la seguridad y en el rendimiento de los neumáticos que deben considerarse, como la carga que puede soportar, la presión adecuada, la temperatura ambiente, la velocidad del vehículo que afecta a la temperatura del neumático, el tipo de conducción, etc., al igual que ciertas recomendaciones que tener en cuenta para alargar la vida útil de los neumáticos.
- El mantenimiento preventivo de las ruedas consiste en verificar el estado de las llantas y los neumáticos, y tomar ciertas precauciones en la conducción.

Ejercicios propuestos



1. Indica las características que debe poseer una rueda para cumplir sus funciones.
2. Comenta todo lo que sepas de las zonas funcionales que posee el disco de la parte metálica de la rueda.
3. Enumera las ventajas de los neumáticos sin cámara respecto a los que sí tienen cámara.
4. Describe las partes que conforman las cubiertas de los neumáticos.
5. Expresa los requisitos que deben cumplir los neumáticos que se emparejen en su montaje.
6. Describe las características que poseen los neumáticos con cámara múltiple de aire (Kleber).
7. Describe las características del neumático cuyos datos son Firestone 205/70R18 98 W.
8. ¿Se puede montar indistintamente una válvula de neumáticos con cámara y uno sin cámara? Razona la respuesta.
9. La permutación de ruedas intercambiando de lado del vehículo las mismas no está permitido. Con lo que ya has estudiado al respecto, ¿por qué motivos crees que no se permite?
10. ¿Por qué hay que medir la presión de los neumáticos en frío? ¿Daría la misma medida en frío que en caliente? Justifica tus respuestas.

Supuesto práctico

Al circular con la ambulancia, Conchy notó que al sobrepasar una determinada velocidad, el volante vibraba considerablemente, pero por debajo de esta se comportaba normalmente. Al llegar a su centro de trabajo avisó a su responsable para que revisaran la ambulancia.

Se pide:

- a) Determinar lo que el equipo de mantenimiento observó al revisar la ambulancia.
- b) Indicar los elementos o zonas que pudieran estar deterioradas y que pudieran provocar dicha anomalía.

Debate en clase

Temas para debatir:

- ¿Se te ocurren o conoces otras alternativas, otros elementos o materiales distintos a los empleados actualmente que puedan mejorar el comportamiento de las ruedas?
- Si has conducido vehículos con llantas de acero convencionales y otros con llantas especiales con carbono, magnesio, etc., describe tu experiencia. ¿Notaste diferencia en la conducción, consumo de combustible, etc.?

Actualmente se investiga en nuevos materiales de fabricación para neumáticos y llantas. Elementos resistentes y ligeros que proporcionen las características ideales a las ruedas para su mejor rendimiento.

Inflar los neumáticos con nitrógeno es una opción para mejorar las masas no suspendidas. Llantas de fibra de carbono o de aleación con magnesio es otra alternativa.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- La ligereza de las llantas es muy importante por varios motivos, y contribuye a:
 - a) Reducir las masas no suspendidas del vehículo.
 - b) Aumentar el peso total del vehículo.
 - c) Disminuir la velocidad que puede alcanzar el vehículo.
 - d) Disminuir la estabilidad y seguridad del vehículo.
- La banda de rodadura de un neumático presenta un dibujo cuya misión principal es:
 - a) Evacuar el agua que se encuentre al circular por la vía.
 - b) Permitir menor agarre del neumático con el firme.
 - c) Proporcionar mayor consumo de combustible si está en buen estado.
 - d) No tiene ninguna misión específica.
- En neumáticos con cámara, el obús es un componente que está ubicado en:
 - a) La cámara.
 - b) La llanta del neumático.
 - c) La válvula del neumático.
 - d) La banda de rodadura del neumático.
- En un neumático, el flanco se ubica:
 - a) Entre el hombro y el talón del neumático.
 - b) Entre la banda de rodadura y el hombro.
 - c) Entre los dos hombros del neumático.
 - d) Entre el talón y la llanta.
- Los tipos de cubiertas analizadas en el capítulo son:
 - a) Cubiertas perpendiculares convencionales, diagonales cinturadas y radiales.
 - b) Cubiertas diagonales convencionales, diagonales cinturadas y radiales.
 - c) Cubiertas circulares convencionales, diagonales cinturadas y radiales.
 - d) Cubiertas diagonales convencionales, diagonales perimetrales y radiales.
- Los neumáticos especiales vistos en el capítulo son:
 - a) Neumáticos sin cámara múltiple de aire (Kleber), Denobo, Drop Center y Super Single.
 - b) Neumáticos con cámara simple de aire (Kleber), Denobo, Drop Center y Super Single.
 - c) Neumáticos con cámara múltiple de aire (Kleber), Denobo, Drop Center y Super Star.
 - d) Neumáticos con cámara múltiple de aire (Kleber), Denobo, Drop Center y Super Single.
- Las ruedas que existen actualmente son:
 - a) Ruedas de aleación pesada y ruedas con radios de acero.
 - b) Ruedas de aleación ligera y ruedas con radios de hierro.
 - c) Ruedas de aleación media y ruedas con radios de magnesio.
 - d) Ruedas de aleación ligera y ruedas con radios de acero.
- La parte metálica de las ruedas está compuesta de:
 - a) Llanta, disco y cuadrado.
 - b) Llanta, disco y cubo.
 - c) Llanta, disco y círculo.
 - d) Llanta, disco y triángulo.
- La parte neumática de las ruedas está compuesta de:
 - a) Cámara, cubierta y protector.
 - b) Precámara, cubierta y protector.
 - c) Cámara, cubierta y pasador.
 - d) Cámara, precámara y protector.
- Un neumático debe cambiarse cuando su desgaste haya alcanzado:
 - a) 2 mm.
 - b) 2,1 mm.
 - c) 1,6 mm.
 - d) 1,1 mm.

SOLUCIONES:

1. a b c d

2. a b c d

3. a b c d

4. a b c d

5. a b c d

6. a b c d

7. a b c d

8. a b c d

9. a b c d

10. a b c d