

MECÁNICA BÁSICA

Tema 10

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	ESTRUCTURA DE CONSTRUCCIÓN.....	4
2.1	Estructura metálica	5
2.2	Seguridad pasiva.....	5
3	EL MOTOR.....	6
3.1	Descripción de los elementos que forman un motor diésel.....	6
3.1.1	Elementos fijos	7
3.1.2	Elementos móviles	8
3.2	Motores híbridos y eléctricos.....	10
3.2.1	Motor híbrido	10
3.2.2	Motor eléctrico.....	11
4	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	12
4.1	Tipos de inyección	13
4.1.1	Inyección directa	13
4.1.2	Inyección indirecta	13
4.2	Elementos del sistema de alimentación	13
5	SISTEMA DE ESCAPE	14
6	SISTEMAS DE LUBRICACIÓN Y REFRIGERACIÓN	15
6.1	Sistema de lubricación	15
6.2	Sistema de refrigeración	16
7	SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL AUTOMÓVIL.....	18
7.1	Batería	18
7.2	Generador de energía	19
7.2.1	Alternador	19
7.2.2	Puente rectificador.....	20
7.2.3	Reguladores.....	20
7.3	Puesta de marcha eléctrica	20
7.3.1	Motor de arranque.....	20
7.3.2	Relé o solenoide	21
7.4	Alumbrado.....	21
7.5	Sistemas eléctricos auxiliares.....	21
8	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	22

8.1	Embrague	23
8.2	Caja de velocidades	23
8.2.1	Ruedas dentadas	23
8.2.2	Tipos de cajas de velocidades	24
8.2.3	Grupo divisor y grupo pospuesto planetario	24
8.3	Árbol de transmisión y tipos de juntas	25
8.4	Mecanismos del grupo cónico-diferencial	25
8.5	Palieres o semiárboles de transmisión.....	26
8.6	Sistemas de regulación del deslizamiento – ASR-.....	26
9	RUEDAS Y NEUMÁTICOS	27
9.1	Elementos de una rueda	27
9.2	Tipos y nomenclatura de neumáticos	28
10	SISTEMA DE DIRECCIÓN Y SUSPENSIÓN.....	29
10.1	Sistema de dirección	29
10.2	Sistema de suspensión	31
11	SISTEMA DE FRENADO	32
11.1	Tipos de freno.....	32
11.2	Sistema de accionamiento neumático	33
11.3	Sistemas de mejora de eficacia del frenado	33
11.4	Otras tecnologías.....	34
	BIBLIOGRAFÍA	34

1 INTRODUCCIÓN

Todos los contenidos que se exponen en este tema se han sacado del manual de la Dirección General de Tráfico “Mecánica y entretenimiento simple del automóvil” (edición de 2024).

Desde el punto de vista mecánico, automóvil significa que se mueve por sí mismo, y se aplica para vehículos que se desplazan mediante la fuerza suministrada por un motor.

Para poder desplazarse con seguridad, el automóvil necesita de la participación de una serie de sistemas mecánicos que realizan funciones diversas. Ha de tener un sistema que proporcione energía de desplazamiento (motor) y un sistema que la traslade (transmisión) a los elementos en contacto con el suelo (ruedas), que a través de su adherencia a la calzada proporcionan el movimiento al automóvil.

También ha de tener otras cualidades como estabilidad y comodidad (suspensión), debe poder ser dirigido por la trayectoria deseada (dirección) y poder aminorar la velocidad, ser detenido y permanecer inmovilizado (frenos), cuando sea necesario.

A lo largo de diversos capítulos se irán desarrollando cada uno de dichos sistemas. De todos los automóviles, se tratarán los camiones y autobuses, desde el punto de vista de su mantenimiento que reúne, tanto conocer cómo funcionan, hasta comprender cómo se van produciendo los desgastes de las piezas.

Sistema	Compuesto por...
La estructura metálica	El bastidor y la carrocería.
El motor	Los subsistemas de distribución, alimentación, lubricación y refrigeración.
El equipo eléctrico	La batería, generador, motor de arranque y accesorios.
La transmisión	El embrague, la caja de velocidades, el diferencial y los palieres.
Las ruedas	Las llantas y los neumáticos.
Las suspensión	Los muelles, barras estabilizadoras y amortiguadores.
La dirección	El volante, columna de dirección, engranaje y acoplamientos.
Los frenos	El mando, circuito y elementos frenantes.

Figura 1. Sistemas que forman un automóvil.

2 ESTRUCTURA DE CONSTRUCCIÓN

El automóvil solía fabricarse con un **bastidor** o estructura metálica sobre la que se disponía la carrocería. El bastidor lo constituían una serie de vigas formando una celosía, la cual no se fabricaba pensando en la posible deformación provocada por un accidente, sino con el fin de soportar los elementos del automóvil y la carga soportada. Por este motivo, los accidentes, incluso los que se producían a baja velocidad, solían producir muchas víctimas mortales, ya que, al absorber la energía del impacto con deformaciones muy pequeñas, se alcanzaban niveles elevados de daño sobre los pasajeros.

2.1 Estructura metálica

En los turismos, por lo general, el bastidor y la carrocería forman un conjunto, denominado carrocería autoportante. En los camiones y autobuses, **el bastidor y la carrocería pueden formar dos conjuntos distintos**, siendo la carrocería la que se adapta sobre diversos bastidores según las necesidades. Sobre la estructura se van sujetando el resto de elementos y debe soportar tanto el peso de la carga como el de las personas que se encuentran en el interior.

El **bastidor** consiste en una serie de vigas de tamaño y forma adecuados a los esfuerzos que debe soportar y constituye la base del chasis del vehículo. Aloja los ejes, la transmisión y soporta la cabina y las piezas de la carrocería. La construcción más convencional es la que se compone de dos largueros y varios travesaños dependiendo de la longitud del vehículo. En los puntos críticos de los largueros, sometidos a cargas máximas, se montan suplementos a modo de refuerzo.



Figura 2. Bastidor convencional.

La **carrocería** cierra el conjunto formado por el bastidor y los elementos funcionales y le da al vehículo su estética característica. En los camiones, la carrocería tiene dos partes: la cabina, que puede ser fija o abatible y la plataforma, que es sobre la que se monta la construcción donde va la carga. En este caso la cabina equivale a la carrocería autoportante de los autobuses.

2.2 Seguridad pasiva

Cuando el vehículo recibe un impacto, bien sea contra otro vehículo, contra objetos rígidos situados en la carretera, o contra el suelo, su estructura debe **absorber una elevada energía** que se traducirá en deformaciones.

Tal deformación debe estar limitada en el compartimento de pasajeros para que estos no sean aplastados y se instalan, intencionadamente, elementos que, en caso de que se produzca un tipo de colisión determinado, permitan que se abollen y absorban una gran cantidad de la energía del impacto. De esta forma se causan menos daños. Estas dos exigencias se conjugan de forma generalmente satisfactoria en los turismos actuales. A las anteriores medidas hay que añadir que las superficies interiores no deben tener aristas ni formas cortantes y que deben disponer de los sistemas de sujeción y bloqueo de puertas adecuados.

Los parachoques, los amortiguadores de impacto y los subchasis tienen menor rigidez que la zona cercana a los pasajeros y la persona que conduce para que, en caso de colisión, absorban la mayor parte de la energía de impacto deformándose de forma programada. Los largueros y travesaños se diseñan, en lo posible, para que, en caso de una fuerte colisión, se deformen de forma

predeterminada sin que lleguen a invadir el habitáculo. Este espacio se denomina **célula de supervivencia** y debe conservarse prácticamente sin deformación.

Otro elemento importante que forma parte de la cabina, aunque no es metálico, son las **lunas**, tanto la delantera como las laterales. Tener una buena visibilidad contribuye a conseguir una óptima seguridad de circulación. El diseño y la posición de las lunas con respecto a la persona que conduce y la eficacia de los accesorios de limpieza determinan el grado de visibilidad.

3 EL MOTOR

El motor es la máquina que transforma energía para obtener el desplazamiento del vehículo. El motor se identificará según el tipo de energía transformada. Si es térmica, el motor será térmico, si es eléctrica será eléctrico, etc.

Existen muchos tipos de motores, pero, en este manual, solamente se estudian los utilizados en los automóviles que, de momento y en su mayoría, son **motores térmicos**.

Como alternativa existen **motores eléctricos** que, hoy día y comercialmente, no pueden competir en prestaciones con los térmicos pero que, si se apostara por ello, podrían existir tecnologías para hacerlo más competitivo.

Mientras esto llega, una alternativa, a modo de transición, es emplear **motores híbridos**, que incorporan un motor eléctrico, para circular por las ciudades y a baja velocidad, y uno térmico, cuando la persona que conduce demanda más potencia o circula por vías interurbanas.

Los **motores térmicos** se caracterizan por transformar la energía química de un carburante en energía térmica para, en una segunda transformación, obtener energía mecánica. Según la forma de realizarse la primera transformación, se clasifican en:

- **Motores de encendido provocado por una chispa:** Son los que se conocen como motores de gasolina, por ser éste el carburante que utilizan.
- **Motores de encendido por compresión:** Son los motores diésel, que reciben este nombre por el apellido de su inventor. El carburante que utilizan es el gasóleo. Se emplean en el 100% de los vehículos industriales como camiones, autobuses...

Los **motores eléctricos** se caracterizan por transformar la energía eléctrica, almacenada en un batería o generada, bien por pila de hidrógeno u otros compuestos, en energía mecánica.

Los motores híbridos se caracterizan por una combinación de motor térmico y eléctrico, donde el motor térmico utiliza gasolina, normalmente, y el eléctrico, la energía la toma de unas baterías o de un alternador acoplado al motor térmico. Las baterías pueden recargarse en los periodos de utilización del motor térmico.

3.1 Descripción de los elementos que forman un motor diésel

ELEMENTOS FIJOS. Son lo que constituyen el armazón y la parte exterior y cuya misión es alojar, sujetar y tapar a otros elementos. Son los que podemos ver en la figura 3.

ELEMENTOS MÓVILES. Son aquellos encargados de transformar la energía del carburante en trabajo. Son los que podemos ver en la figura 4.

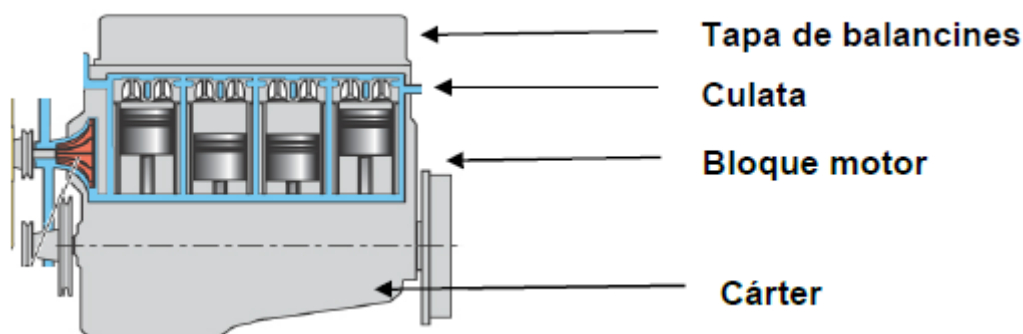


Figura 3. Elementos fijos de un motor

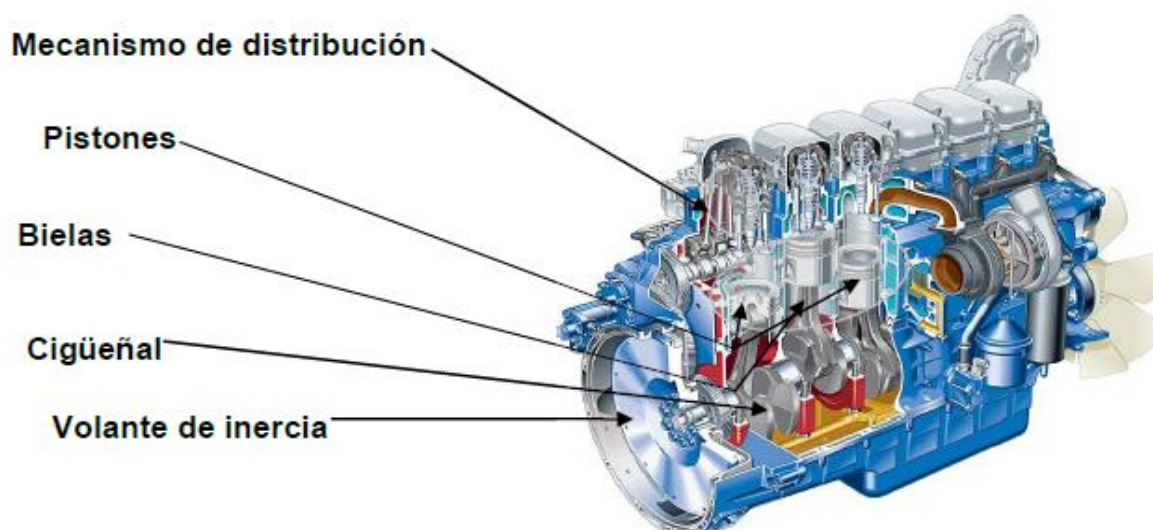


Figura 4. Elementos móviles de un motor

3.1.1 Elementos fijos

- **EL BLOQUE:** Dependiendo de la forma, disposición y características del bloque, existen motores con cilindros “en línea” y en “V”, cuyo número es variable en función de las necesidades para las que se construye el motor. En su interior están los cilindros y sobre éstos se desplazan los pistones.

Se encuentra cerrado por su parte superior por la culata la cual se une con el bloque mediante tornillos. Bloque y culata forman una cámara, denominada cámara de compresión, donde se desarrollan las diferentes fases del funcionamiento del motor. Alrededor de los cilindros, por su parte exterior, y a través de determinadas oquedades en la culata, se hace circular el líquido refrigerante.

- **LA CULATA:** Posee todo tipo de cavidades, agujeros, agujeros roscados, planificados y cilindrados que la convierten en el soporte a otros elementos del motor, como pueden ser la distribución, los colectores de admisión y escape, los inyectores, los calentadores, las bujías, etc., cuando sean necesarios.

Entre la culata y el bloque se interpone una junta que asegura la estanqueidad de la cámara de compresión y que no pueda haber trasvase de gases y líquidos entre las distintas

oquedades que hay en el bloque y en la culata. La junta de culata debe resistir los cambios de presión y temperatura que aparezcan sin perder sus cualidades de estanqueidad. Si no mantiene dicha característica, puede pasar líquido refrigerante al circuito del aceite causando graves averías en el motor.

- **EL CÁRTER:** Está situado en la parte inferior del bloque y es el encargado de contener el aceite de lubricación del motor. También sirve de cierre del motor por su parte inferior y en la zona más baja lleva el tapón de vaciado del aceite.

Para evitar las fugas de aceite al exterior se coloca entre el cárter y el bloque una junta.

- **LA TAPA DE BALANCINES:** Está situada encima de la culata y sirve para tapar los mecanismos de la distribución que van en la culata. Cierra el motor por la parte superior, lleva el tapón de llenado de aceite y entre la tapa y la culata se coloca una junta para evitar las fugas al exterior.

3.1.2 Elementos móviles

- **EL PISTÓN:** Está situado en el interior del cilindro y va unido a la biela. Recibe la fuerza de expansión de los gases que le obliga a desplazarse por el cilindro, en un movimiento lineal alternativo. Para poder desplazarse, el diámetro es algo inferior al del cilindro y para reducir la posible fuga de gases, se utilizan los segmentos.

Su forma es cilíndrica y tiene unas ranuras que alojan los segmentos y un taladro donde se monta el bulón.

Cuando los segmentos se desgastan, permiten que parte de los gases se escapen de la cámara de compresión con lo que se produce una pérdida de potencia, un consumo excesivo de aceite que provoca que se acumule carbonilla en la cámara. A través de ellos se transmite parte del calor del pistón a las paredes del cilindro.

La cámara de compresión puede estar formada por una concavidad que llevan algunos pistones en su parte alta.

Debido a las altas temperaturas que pueden alcanzar los pistones, debe utilizarse una refrigeración forzada. Dicha refrigeración consiste en mandar un chorro de aceite a la parte inferior del pistón mediante unos inyectores situados en el bloque, en la parte baja de los cilindros.



Figura 5. Unión pistón – biela – cigüeñal.

- **LA BIELA:** Está colocada entre el pistón y el cigüeñal y transmite a este el movimiento del pistón. Junto con el cigüeñal, transforma el movimiento lineal del pistón en giratorio del cigüeñal. Se pueden distinguir tres partes:
 - La parte con el agujero de menor diámetro se denomina pie. En él se inserta un bulón que sirve para unir la biela con el pistón.
 - El cuerpo de la biela es la parte central; en general, presenta una sección en forma de doble T.
 - La cabeza es la parte con el agujero de mayor diámetro. Está dividida en dos mitades; una solidaria al cuerpo y otra postiza denominada sombrerete, que se une a la primera mediante pernos. En la cabeza se aloja un casquillo, cojinete o rodamiento, que es el que abraza a la correspondiente muñequilla en el cigüeñal.
- **EL CIGÜEÑAL:** Es el eje motor que gira impulsado por la expansión de los gases que se produce en la cámara de compresión, y trasmite ese giro y la fuerza motriz generada al sistema de transmisión y de éste a las ruedas. Con su giro también se accionan una serie de elementos como:
 - La distribución
 - Las bombas de lubricación y refrigeración
 - El ventilador
 - El generador
 - El compresor del aire acondicionado
 - La bomba de la dirección asistida
 - Compresor del sistema neumático de frenos y suspensión

A través del giro del cigüeñal se puede saber la posición exacta de los pistones y se determinan, así, los momentos del ciclo de trabajo del motor.

El cigüeñal está taladrado para formar los agujeros de paso para el aceite necesario para su lubricación. Una buena lubricación es un factor importantísimo para el buen funcionamiento y la duración del cigüeñal. Los agujeros deben realizarse en correspondencia con la biela para hacer llegar el aceite desde los cojinetes de bancada a los de biela.

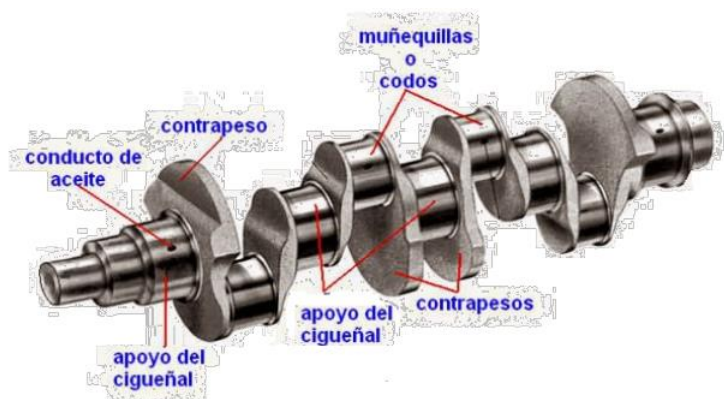


Figura 6. Partes del cigüeñal.

- **EL VOLANTE DE INERCIA:** Va acoplado en un extremo del cigüeñal. Por su cara externa se coloca el mecanismo de embrague al que se acopla o desacopla a voluntad de la persona que conduce a través del pedal de embrague. En su periferia lleva una corona dentada que sirve para que engrane el piñón de la puesta en marcha. En el otro extremo del cigüeñal se colocan los discos antivibradores para reducir las torsiones del cigüeñal.
- **MECANISMO DE DISTRIBUCIÓN:** Este sistema realiza, a través de la apertura y cierre adecuado de las válvulas, la entrada de los gases al interior de los cilindros y la salida de los mismos, ya quemados, al exterior. Está formado por:
 - o Las válvulas: abren y cierran el cilindro permitiendo que los gases frescos y quemados entren y salgan de él en los momentos oportunos. Se necesitan dos, como mínimo, y pueden ser de dos tipos: Admisión y Escape. Van colocadas en la culata distribuidas según el número, forma y tamaño de la cámara de compresión. Cada válvula es mantenida en su asiento por la acción de un muelle, aunque puede disponer de más de uno, que la cierra y retiene contra su asiento.
 - o El árbol de levas: Su movimiento debe ir sincronizado con el de los pistones de tal forma que cuando el pistón esté en la zona superior de los cilindros las válvulas estén cerradas o muy poco abiertas y así no se produzca ningún choque entre ellos.

Cuando el árbol de levas gira, empuja la válvula y produce su apertura y, a medida que deja de empujar, la válvula vuelve a su posición inicial obligada por la extensión del muelle que va anexo a ella.

A través del árbol de levas también se puede transmitir el movimiento a otros elementos, como la bomba de inyección, el compresor del sistema neumático, la bomba de lubricación, etc.

 - o El mecanismo de accionamiento: se encarga de hacer llegar el movimiento de la leva a la válvula.

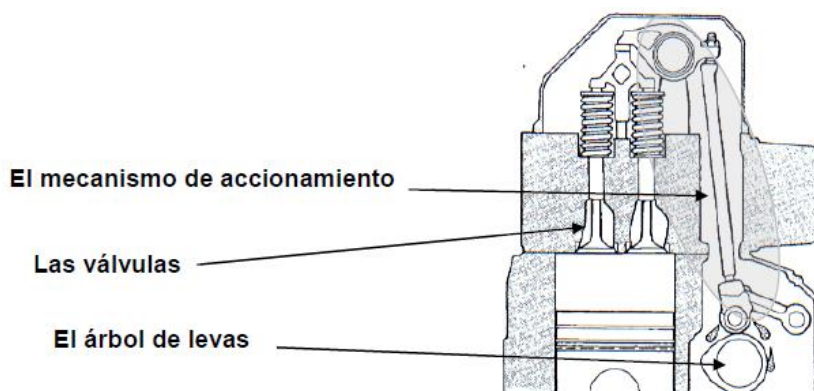


Figura 7. Mecanismo de distribución.

3.2 Motores híbridos y eléctricos

3.2.1 Motor híbrido

Se aplica a los motores que resultan de combinar el motor térmico con un motor eléctrico. La finalidad de la aplicación de los motores híbridos en los vehículos es reducir al mínimo el nivel de

emisiones contaminantes y el consumo de carburante, sin necesidad de conectarse a una red eléctrica para recargarse. Esta parece ser la apuesta y tendencia en la construcción de vehículos.

Las **características básicas de diseño** de estos vehículos con propulsores híbridos son la incorporación de motores térmicos de baja cilindrada y una carrocería construida en materiales ligeros con una aerodinámica optimizada para minimizar la resistencia del viento, y compensar así la masa de las baterías, consiguiendo que no se produzcan pérdidas sustanciales tanto en el rendimiento del vehículo, como en su autonomía y seguridad.

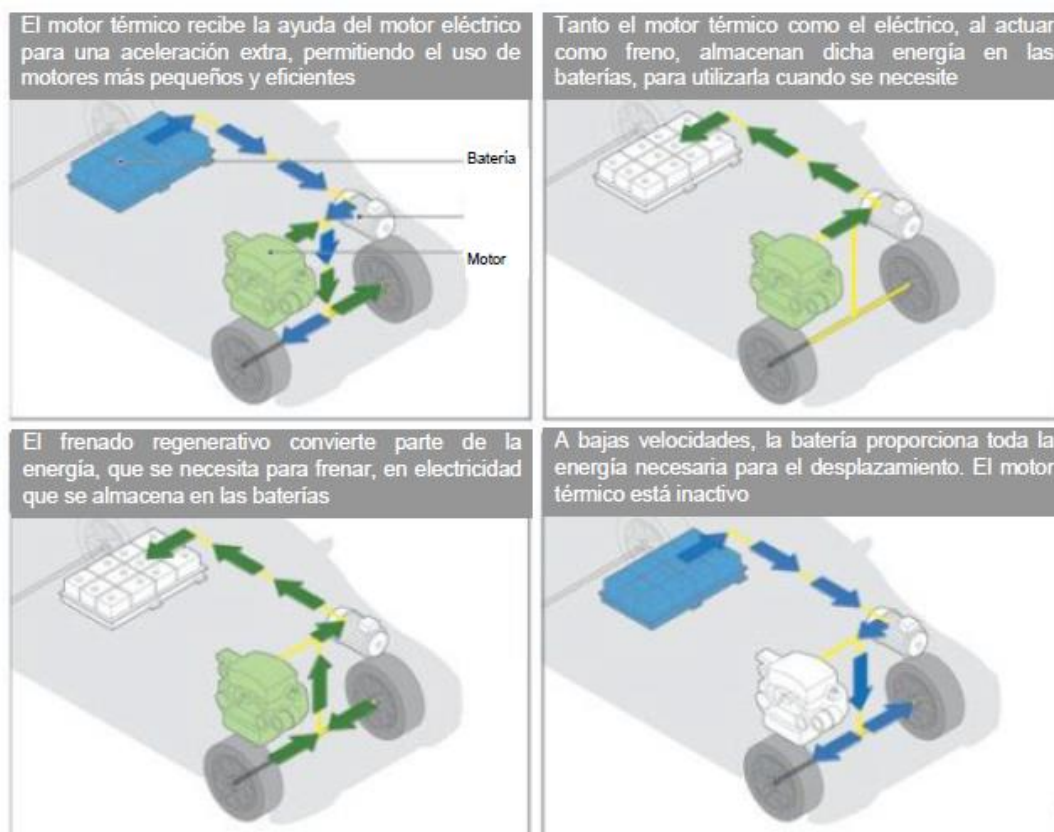


Figura 8. Flujo de energía en motores híbridos.

3.2.2 Motor eléctrico

Es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica. Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía.

Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores; pueden realizar ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

La clasificación de los tipos de motores eléctricos es muy amplia y, por tanto, difícil de abarcar en un temario como este. En cambio, el principio de funcionamiento es muy parecido. Los motores más utilizados en los automóviles tienen el mismo funcionamiento que los que se utilizan tanto en un motor de arranque como en un limpiaparabrisas; la diferencia está en el resultado final: unos

se utilizan para mover las ruedas del vehículo y otros accionan unos elementos (cigüeñal, brazos limpiaparabrisas, etc.).

Pueden existir dos tipos de fuentes de alimentación:

- **A través de baterías:** Sistemas de almacenamiento de electricidad. Su inconveniente es que tienen una gran masa y ocupan mucho espacio. Además, cuando se descargan, necesitan varias horas para recargarse antes de poder funcionar otra vez, mientras que en el caso de un motor de combustión interna basta sólo con llenar el depósito. Pese al avance continuo en este campo, todavía almacenan poca energía por unidad de masa o volumen.
- **Mediante la generación de electricidad, utilizando el hidrógeno como combustible.** Los motores eléctricos también pueden funcionar con la electricidad generada en una célula de combustible donde al forzar el paso de hidrógeno por la misma, éste en contacto con el oxígeno, genera electrones y como residuo agua caliente pura.

Las células de combustible todavía están en fase de experimentación en diferentes automóviles. Todavía pues falta para alcanzar un sistema eléctrico 100% renovable. Pero, sin embargo, la presencia de vehículos eléctricos en entornos urbanos puede animar el desarrollo de las energías limpias. Las entidades que promueven los vehículos eléctricos apuestan por estaciones de recarga públicas alimentadas con energía solar.

4 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El sistema de alimentación se encarga de hacer llegar la necesaria cantidad de aire y carburante a los cilindros, para un funcionamiento óptimo del motor.

En los motores diésel, el llenado de los cilindros se realiza introduciendo por separado el aire y el carburante, los cuales se mezclan en el interior de la cámara de compresión en el momento en que debe producirse la combustión de esta mezcla.

Generalmente, en el colector de admisión, no hay válvula de mariposa que determine la cantidad de aire que debe llegar a los cilindros en el tiempo de admisión. La aspiración de los pistones es la que determina la cantidad de aire.

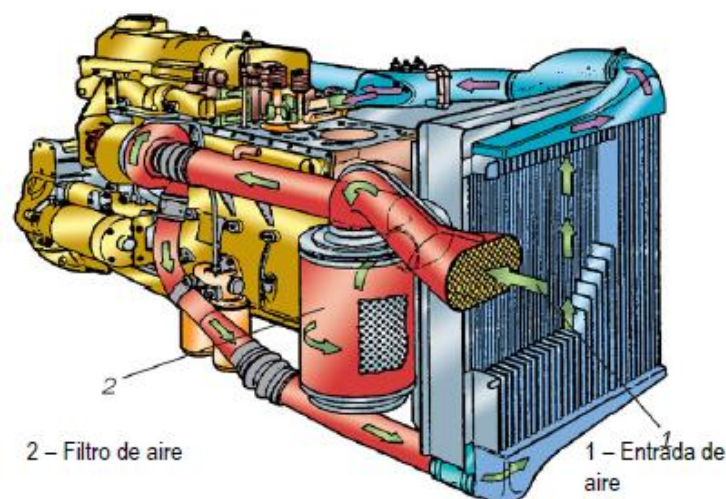


Figura 9. Sistema de alimentación.

Mediante el pedal acelerador, la persona que conduce determina la cantidad de carburante que se inyecta, aunque los sistemas electrónicos pueden corregir dicha cantidad en función de las señales que le lleguen de varios sensores.

Una vez el aire se encuentra comprimido en la cámara de compresión se inyecta el carburante, momento en el cual, por contacto, se inflama la mezcla produciéndose trabajo.

4.1 Tipos de inyección

La forma de la cámara de compresión y, algunas veces la de la cabeza del pistón, son diseñadas para favorecer la unión entre aire y carburante, mejorando la combustión y el rendimiento.

Todos los sistemas de inyección diésel tienen un inyector en cada cilindro, es decir son multipunto y la inyección puede ser continua, con la cual toda la cantidad de carburante se inyecta de una vez, o discontinua, en la que la cantidad a inyectar llega al cilindro de forma intermitente con intervalos definidos.

También existen dos tipos en función del lugar donde se produce la inyección: inyección directa e indirecta – cámara secundaria-.

4.1.1 Inyección directa

El carburante es inyectado directamente en la cámara de compresión. Para mejorar el rendimiento, el pistón presenta una concavidad semiesférica, que además impide que el carburante no quemado se pueda diluir en el aceite de lubricación, deslizándose por las paredes del cilindro.

Además, esta forma semiesférica impide que la expansión sea irregular. La presión de inyección es muy elevada (entre 300.000 y 2.000.000 hPa; 1000 hPa = 1,02 kg/cm²; hPa es hectopascal) para permitir que el carburante penetre lo suficiente en la cavidad en la cual el aire está comprimido a unos 80.000 hPa. Una presión de inyección más débil no produciría una pulverización fina; la mezcla con el aire sería insuficiente y la combustión no sería completa. La mayoría de los motores de camiones y autobuses utiliza este tipo de inyección.

4.1.2 Inyección indirecta

La inyección, en este caso, no se realiza directamente en la cámara de compresión, sino en una cámara secundaria desde donde se expande hacia la cámara principal.

4.2 Elementos del sistema de alimentación

Para que el aire llegue adecuadamente pasa por un filtro y por el colector de admisión hasta la válvula que lo comunica con el interior del cilindro. Para que el carburante llegue necesita un depósito, una bomba de alimentación, canalizaciones, filtros, bomba de inyección e inyectores.

Por tanto, necesita de la utilización de dos circuitos independientes entre sí, pero a la vez relacionados. Dichos circuitos son:

- Circuito de alimentación de aire.
- Circuito de alimentación de carburante.

5 SISTEMA DE ESCAPE

El sistema de escape es el conjunto de órganos que se encarga de recoger los gases producto de la combustión a la salida de los cilindros, conduciéndolos al exterior, de tal manera, que no perjudiquen ni a las personas ni al medio ambiente.

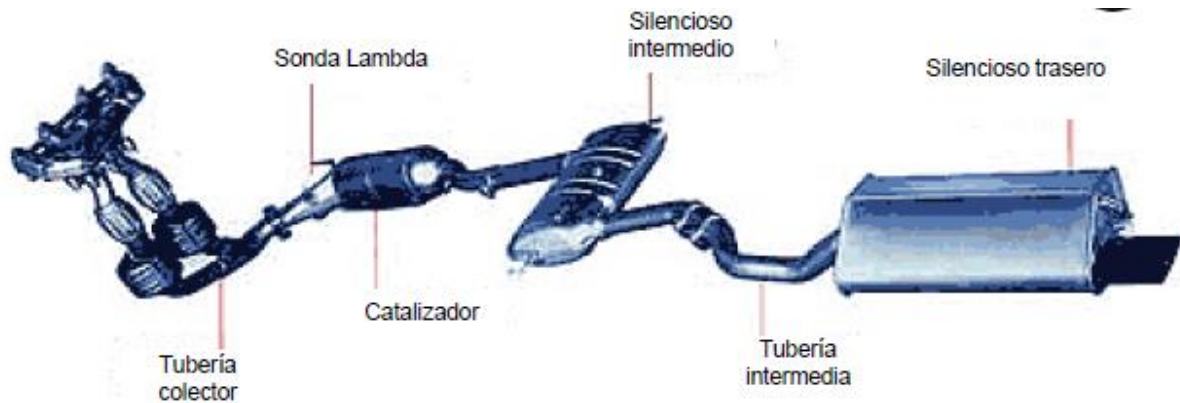


Figura 10. Constitución del sistema de escape.

De esto se deduce que el sistema de escape tiene **tres funciones diferenciadas**:

- Evacuación de gases: Para el buen funcionamiento del motor. Para ello, es necesario tener en cuenta que el flujo de salida de los gases quemados no sea obstaculizado, mejorando el posterior llenado.
- Contaminar lo menos posible: Tanto acústica como térmicamente. Para alcanzarlo, los gases deben salir al exterior a una temperatura que no sea peligrosa y a baja velocidad. Para ello se emplean sistemas de escape con varios silenciosos y una adecuada longitud, permitiendo una salida eficaz de los gases.
- Reducir la toxicidad y cantidad de gases: Utilizando catalizadores, válvula EGR, etc.

Consta de unos tubos de acero que conducen los gases del escape desde el motor al exterior del vehículo, en su parte trasera, generalmente. Se divide en varias partes:

- **COLECTOR DE ESCAPE:** Consta de una serie de tubos de acero, tantos como cilindros, unidos a la culata con tornillos y junta de estanqueidad. Recoge los gases a la salida de las válvulas y los dirige hacia una o más salidas.
- **TUBO DE ESCAPE:** Va unido al colector mediante tornillos y junta de estanqueidad y fijado a los bajos del vehículo de una manera elástica, a través de "silent-blocks". Lleva el catalizador y los silenciosos y conduce los gases al exterior. En su montaje hay que tener en cuenta que no pase cerca del depósito de carburante.
- **SILENCIOSOS:** Su misión es disminuir el nivel acústico de los gases y, para conseguirlo, hay que disminuir la velocidad a la que salen. Para ello, se aumenta la sección del tubo de escape, con un diseño adecuado en algunos tramos específicos, a los que se denominan silenciosos. El interior de estos silenciosos, normalmente, puede ser de dos formas:
 - Tabiques agujereados dentro de la carcasa del silencioso, con los cuales van chocando los gases, perdiendo energía y, por tanto, velocidad.

- Tubos agujereados dentro de la carcasa del silencioso. Los gases entran al tubo y se van escapando por los agujeros, expandiéndose en el interior de la carcasa, perdiendo velocidad. Esto se repite muchas veces hasta que entra en un último tubo que lo dirige a un segundo silencioso o al exterior.

6 SISTEMAS DE LUBRICACIÓN Y REFRIGERACIÓN

6.1 Sistema de lubricación

El funcionamiento del motor se basa en el movimiento relativo de diferentes piezas entre sí. Las superficies de las mismas, por muy lisas y bien acabadas que parezcan, siempre presentan rugosidades. El rozamiento entre las piezas genera gran cantidad de calor que ocasiona una pérdida de energía mecánica, un desgaste de las superficies y, finalmente, la temperatura alcanzada podrá provocar la fusión de las superficies entre sí (agarrotamiento o gripaje).

Para conseguir reducir estos problemas, se interpone entre las superficies de las piezas una película de aceite, de tal manera que forme una cuña que reduzca al mínimo el contacto entre sí.

Así pues, la lubricación realiza las siguientes **funciones**:

- Reducir los esfuerzos de rozamiento.
- Disminuir el desgaste de las piezas.
- Evacuar parte del calor generado (refrigerar).
- Preservar las piezas de la corrosión.
- Contribuir a la estanqueidad de la cámara de compresión.
- Limpiar las piezas, tuberías y conductos por donde pasa el aceite arrastrando residuos de la combustión y partículas metálicas.

Entre las partes del motor que necesitan asegurar una buena lubricación se encuentran los apoyos del cigüeñal, cabeza y pie de las bielas, engranajes del sistema de distribución, árbol de levas, bomba inyectora y turbocompresor.

El sistema está formado, según la Fig. 11, por:

- El cárter (A)
- La bomba de aceite (B)
- Válvula limitadora de presión (C)
- Filtro de aceite (D)
- Tuberías (E)
- Elementos de control (F)

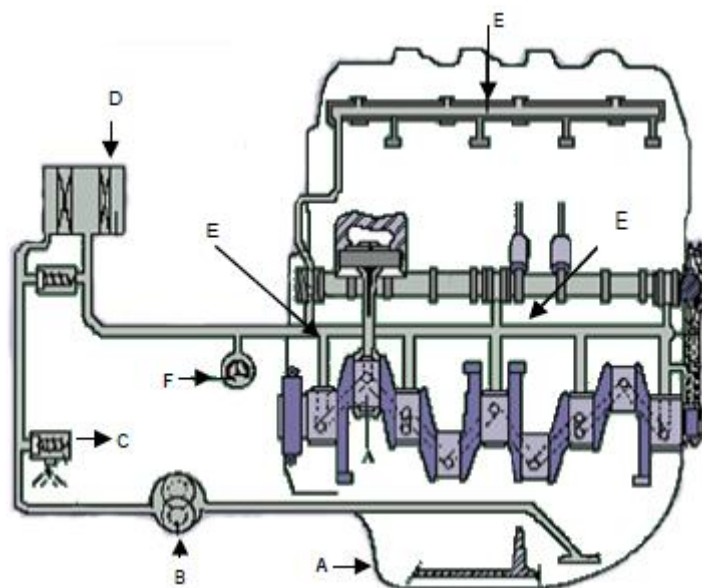


Figura 11. Elementos del sistema de lubricación.

El aceite, que se encuentra depositado en el cárter, es impulsado por la acción de una bomba y mandado a presión por las canalizaciones de lubricación hacia todos los puntos que la requieren, en los que entra a presión repartiéndose en su superficie, rebosando por los bordes hacia el cárter. Sin embargo, a ciertos elementos que giran no llegan canalizaciones de lubricación. En este caso se lubrican mediante proyección de aceite, provocada por el movimiento de las bielas y el cigüeñal.

El aceite pasa por un filtro que asegura su limpieza (si llevase partículas en suspensión sería abrasivo). Con la bomba se garantiza una lubricación constante de las piezas en movimiento.

Cuando el aceite se calienta en exceso, por el propio funcionamiento del motor, pierde viscosidad y disminuye su poder lubricante. Para que esto no ocurra se coloca un radiador que sirve para enfriar el aceite antes de que pase por las canalizaciones y llegue a los puntos a lubricar.

El manómetro indica la presión de aceite que existe en la canalización principal. Esta presión ha de tener un valor mínimo de aproximadamente 2.000 hPa y un valor máximo que estará sobre los 8.000 hPa, dependiendo del tipo de motor, controlándose esta presión máxima mediante una válvula de descarga.

6.2 Sistema de refrigeración

Tanto el material de las piezas como el aceite de lubricación, poseen una resistencia limitada a las temperaturas que se producen por rozamientos y por la combustión. Es necesario utilizar un sistema de refrigeración que evacue una parte del calor producido por el funcionamiento del motor.

Este calor absorbido no ha de ser ni muy poco, ya que produciría dilataciones excesivas, ni muy elevado, pues bajaría el rendimiento del motor notablemente. Aproximadamente, se eliminará por el sistema de refrigeración, un 25% de la energía contenida en el carburante.

Las partes que requerirán mayor refrigeración son la culata (especialmente las zonas próximas a la válvula de escape), las válvulas (con sus asientos y guías) y los cilindros (debido al roce con el pistón).

Así pues, **la misión** del sistema de refrigeración es mantener el motor en su temperatura de óptimo rendimiento. Además, con sus elementos, conseguirá que el motor alcance dicha temperatura rápidamente.

La refrigeración de estas piezas se hace a costa de calentar el líquido refrigerante que las rodea y, posteriormente, transmitir dicho calor al aire del ambiente, el cual existe en cantidad suficiente y, normalmente, está a temperaturas menores que las de funcionamiento del motor. Además, puede renovarse constantemente.

La circulación del líquido dentro del circuito se mantiene por la bomba que es conducida, mediante una correa, por el cigüeñal.

Con este sistema, las partes más críticas se refrigeran por líquido y los elementos externos (colector de escape y admisión, turbocompresor, etc.), mediante la corriente de aire que provoca el movimiento del vehículo y/o el ventilador y que pasa a través del radiador.

Los elementos que lo constituyen son:

- Cámaras de agua
- Manguitos
- Radiador
- Bomba de refrigeración
- Ventilador
- Termostato
- Elementos de control

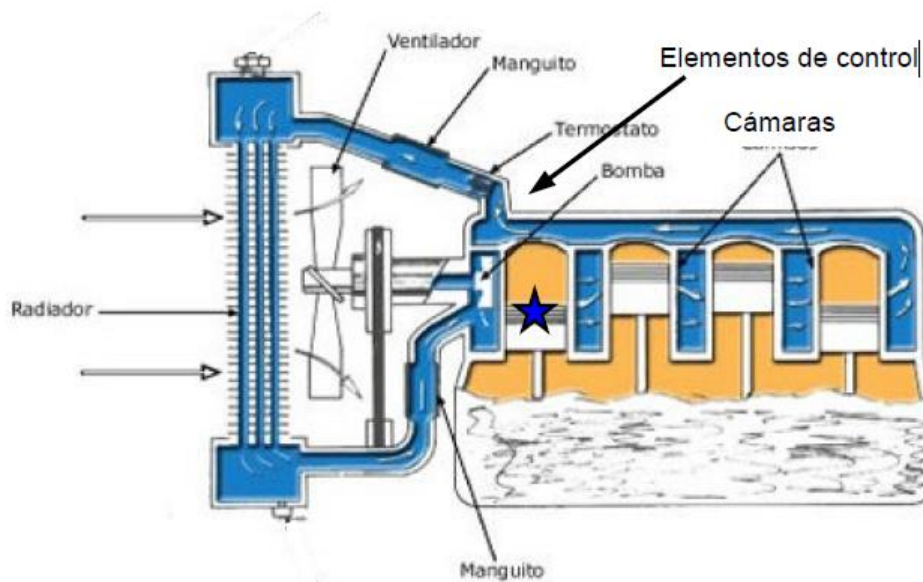


Figura 12. Elementos del sistema de refrigeración.

7 SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL AUTOMÓVIL

El automóvil dispone de una serie de componentes eléctricos agrupados en circuitos e interconectados por medio de una instalación eléctrica. Los circuitos eléctricos transforman la energía eléctrica en otras clases de energía, según las necesidades requeridas.

Los componentes eléctricos son:

- La batería.
- El sistema de puesta en marcha eléctrica.
- El sistema de producción de energía eléctrica.
- Aparatos eléctricos auxiliares destinados tanto a la iluminación como al control de los diferentes sistemas para el funcionamiento del motor.

Los circuitos encargados de ello son el sistema de iluminación, complementos eléctricos e indicadores de control.

Una de las características con la que se identifica una batería es su tensión o voltaje nominal. En los turismos se utilizan baterías de 12 voltios. En los vehículos industriales, que tienen aparatos eléctricos que necesitan más potencia para realizar su trabajo, se recurre a colocar dos baterías de 12 voltios, conectadas en serie con lo que se suman sus voltajes, para obtener los 24 voltios necesarios.

Tanto la estructura metálica como algunas piezas metálicas, se utilizan como masa conjunta -borne negativo- para la mayoría de los aparatos eléctricos. Para evitar el peligro de sufrir lesiones, antes de efectuar trabajos en el sistema eléctrico, **se debe desembornar el polo negativo de la batería**. En ocasiones, es suficiente con actuar sobre el desconector de batería, que se coloca en el cable del polo negativo.

7.1 Batería

La energía eléctrica necesaria para abastecer a los componentes del equipo eléctrico de un automóvil ha de estar disponible, aun cuando el motor esté parado y, por ello, es necesario disponer de una fuente de energía capaz de acumularla durante el funcionamiento del motor, que es cuando la produce el generador, para entregarla cuando se solicite. Esta fuente de energía recibe el nombre de batería de acumuladores o batería.

La **función** de la batería es almacenar energía química que se transformará en energía eléctrica, en el momento que se conecte un aparato eléctrico. Asimismo, cuando funciona el motor, lo hace el generador de energía, produciendo energía eléctrica que se transforma, por medio de una serie de reacciones químicas en el interior de la batería, en energía química, y que se va acumulando hasta que ésta se carga totalmente. El ciclo vital de una batería no es más que una sucesión de ciclos de carga y descarga de energía.

Una batería **está compuesta** por una estructura o recipiente de caucho endurecido, en cuyo interior hay una serie de placas positivas y negativas formando un vaso que, como por construcción suministra 2 voltios, para formar una batería de 12 voltios se necesitan 6, conectados en serie; es decir el polo positivo de un vaso con el polo negativo del siguiente.

Cada vaso lleva un orificio superior para llenarlo, hasta aproximadamente 1 centímetro por encima de las placas, de ácido sulfúrico diluido en agua destilada. Esta disolución se denomina electrolito y

se encarga de producir la reacción química con las placas. Los vasos van tapados con tapones que presentan orificios para eliminar los gases que se producen en el proceso de carga de la batería.

Una batería se caracteriza por su voltaje, su capacidad y la máxima corriente de descarga en frío. Por ejemplo, una designación 12V 150Ah 420A quiere decir:

- 12 V: **Tensión de la batería.**
- 150 Ah: **Capacidad.** Depende del tamaño y número de las placas contenidas en la batería. Es la cantidad de energía almacenada en la batería y representa la intensidad de la corriente que puede proporcionar una batería por unidad de tiempo. Por ejemplo, una batería de capacidad 150Ah puede proporcionar una corriente de intensidad 10A durante 15 horas. Si las baterías se conectan en serie, la capacidad del conjunto es la misma, doblándose en caso de la conexión en paralelo.
- 420 A: **Corriente de descarga en frío.** Un valor alto significa una buena capacidad de arranque a bajas temperaturas.

La batería va unida al sistema eléctrico a través de los bornes, que se llaman polo positivo -energía- y se representa con un “+” y polo negativo -masa- con un “-“, siendo el positivo de un diámetro mayor para evitar que se produzca una conexión indebida de los mismos.

7.2 Generador de energía

7.2.1 Alternador

El alternador es arrastrado en rotación por el motor de combustión a través de una correa trapezoidal o una correa plana con dientes longitudinales. Transforma la energía mecánica (movimiento) que se le suministra en energía eléctrica que se utiliza para recargar la batería y para alimentar a los diversos aparatos eléctricos.



Figura 13. Situación del Alternador

Hay que mantener una tensión correcta en la correa para transmitir el movimiento: no ha de ser ni muy elevada, por si se rompe o se deterioran los rodamientos, ni muy baja, para que no patine. La tensión se ajusta desplazando el alternador o actuando sobre dispositivos colocados a tal efecto.

7.2.2 Puente rectificador

Está formado por diodos de silicio, conexiados a cada una de las fases del alternador. Así pues, el puente rectifica la onda completa de todas las fases, obteniendo a la salida del alternador una corriente continua.

7.2.3 Reguladores

La cantidad de corriente generada no es constante, sino que está en función de la intensidad del campo magnético inductor y del régimen de giro del motor. Así pues, en el circuito debe existir un elemento que limite su valor para que esta corriente no perjudique a ningún aparato eléctrico y pueda ser almacenable.

Así pues, el funcionamiento de los reguladores se basa en controlar la tensión de la corriente que produce el campo magnético inductor, para mantener estabilizada la tensión en bornes del alternador.

7.3 Puesta de marcha eléctrica

7.3.1 Motor de arranque

Para lograr el arranque del motor de combustión es preciso hacerle girar a un régimen mínimo con el que se logre comprimir el aire lo suficiente para, al inyectar el carburante, iniciar el desarrollo del giro del motor. Esta función la cumple el motor de arranque.

Cuando el motor ya está funcionando, y si todos sus sistemas funcionan perfectamente, puede seguir haciéndolo por sí solo, aprovechando la energía producida por la combustión en los cilindros.

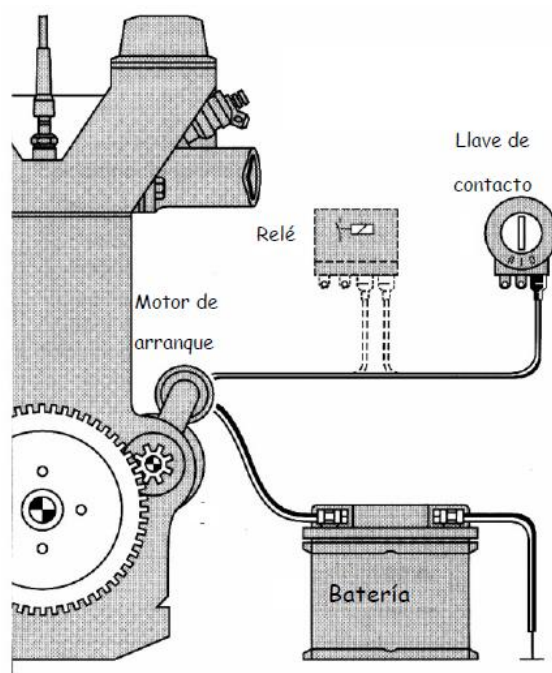


Figura 14. Situación y conexión del motor de arranque.

Por tanto, para arrancar el motor térmico, se dota al vehículo de un motor eléctrico, que recibe energía eléctrica de la batería y la transforma en energía mecánica para dar aproximadamente 50 r.p.m., que son las que necesita el motor para funcionar por sí mismo. Para hacer funcionar un motor de arranque es necesario gran cantidad de energía eléctrica, llegando a consumir hasta 350 amperios, lo que implica que ha de estar conectado a la batería por un cable de gran sección, además de que no es conveniente accionarlo durante más de 20 segundos de forma continua.

El motor de arranque engrana directamente con la corona del volante del cigüeñal, siendo la relación de dientes de aproximadamente 20/1. El motor de arranque ha de llevar algún sistema de acoplamiento, que le permita desconectarse del volante del cigüeñal, cuando éste supera las 50 r.p.m., pues de lo contrario se quemaría.

7.3.2 Relé o solenoide

El relé o solenoide es un elemento de conexión a distancia. Es decir, la persona que conduce, a través de la llave de contacto, ordena su intención de poner en marcha el motor y es el relé, al que le llega la orden, quien acciona el motor eléctrico de arranque.

La utilización de un relé es debida a que la intensidad que necesita el motor de arranque es tan grande que se quemarían rápidamente los contactos de la llave de contacto. Como la intensidad que circula por ellos es alta, los cables que unen la batería con el relé y éste con el motor de arranque han de ser de gran sección. El relé se suele acoplar en la parte superior del motor de arranque.

Todos los circuitos por los que circule gran intensidad de corriente necesitan un relé.

7.4 Alumbrado

El sistema de alumbrado tiene la misión de proporcionar una fuente de iluminación para poder ver y poder ser visibles en condiciones de seguridad, independientemente de la iluminación natural de la vía. Los elementos que forman los diferentes circuitos de alumbrado son:

- Lámparas: elementos que transforman la energía eléctrica en energía luminosa.
- Conductores: negro o azul para masa, rojo o amarillo para energía.
- Elementos de mando y protección:
 - o Interruptores: elementos que cierran el circuito, que pueden ser accionados por el la persona que conduce o automáticamente. Pueden tener varias posiciones que combinan distintos servicios.
 - o Conmutadores: Se emplean para unir la instalación a receptores, interruptores, un componente, etc.,
 - o Relé de intermitencias

7.5 Sistemas eléctricos auxiliares

Existen una serie de sistemas y elementos que proporcionan una comodidad al usuario del vehículo, así como una información de algunos de los sistemas o parámetros del funcionamiento del vehículo.

Debido a la enorme cantidad de estos complementos, los que más influencia tienen en la seguridad de circulación son:

- Equipo motor del limpiaparabrisas.
- Fusibles: Si por un cable de resistencia fija, calculada para que circule una intensidad determinada cuando tenga aplicada una tensión también determinada, se hace pasar una corriente de mayor intensidad y tensión, el cable se calienta y llega a fundirse. Esta propiedad se emplea para proteger las instalaciones eléctricas de eventuales subidas de tensión e intensidad. Para ello se intercalan en las instalaciones unos fusibles, que son pequeños trozos de cable, generalmente más fino y de punto de fusión calculado de tal forma que, al sobrepasar la intensidad deseada -marcada en el propio fusible-, se funde al alcanzar su punto de fusión e interrumpe el paso de la corriente.
- Climatización: ventilación, calefacción y refrigeración del habitáculo.

8 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Para que el automóvil se desplace, es necesaria una cadena cinemática que traslade el movimiento de giro del cigüeñal a las ruedas. Este conjunto de elementos se denomina sistema de transmisión y además de trasladar el movimiento de giro, varía la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas. Esta relación varía en función de las exigencias debidas a la carga transportada y el perfil de la calzada. Según sea la relación de transmisión, el eje secundario de la caja de velocidades puede girar a menos revoluciones, a las mismas o a más revoluciones que el cigüeñal.

Así pues, el sistema de transmisión es el conjunto cinemático encargado de trasladar la energía del cigüeñal a las ruedas, pudiendo variar la relación de transmisión entre ambos elementos.

Es importante resaltar que al desmultiplicar las revoluciones del cigüeñal se produce un aumento de par proporcional. Por ejemplo, si el cigüeñal gira a 1.000 r.p.m. y el árbol de transmisión lo hace a 500 r.p.m., se ha aumentado el par al doble de su valor inicial.

Se emplean las siguientes **construcciones**:

- **Motor delantero y propulsión:** El motor está colocado en el eje delantero y el eje trasero es el eje motriz. Utilizada en camiones.
- **Motor trasero y propulsión:** El motor está colocado en el eje trasero, que también es el eje motriz. Utilizada en autobuses.
- **Propulsión doble:** Consiste en colocar dos puentes traseros propulsores, de forma que el esfuerzo a transmitir por el grupo cónico de cada puente se reduce a la mitad. Se utiliza en los camiones de gran tonelaje en los que las ruedas traseras soportan la mayor parte de la masa del vehículo y de la carga.

Los **elementos** que componen el sistema son:

- **Embrague**
- **Caja de velocidades**
- **Árbol de transmisión**
- **Mecanismo cónico-diferencial**
- **Juntas y semiárboles de transmisión**

8.1 Embrague

La misión del embrague es acoplar o desacoplar el motor del resto de la transmisión y con ello transmitir el movimiento del motor al sistema, a voluntad de la persona que conduce.

Se sitúa entre el volante de inercia y la caja de velocidades, y ha de transmitir el movimiento de forma progresiva y elástica, para que no se produzcan tirones en el vehículo al iniciar la marcha o al aumentar la velocidad, ni se rompa algún elemento del sistema de transmisión.

Los embragues que no son automáticos, es decir, aquellos que son accionados mediante un pedal, situado a los pies de la persona que conduce, utilizan sistemas de mando que pueden ser de tipo mecánico, hidráulico o neumático.

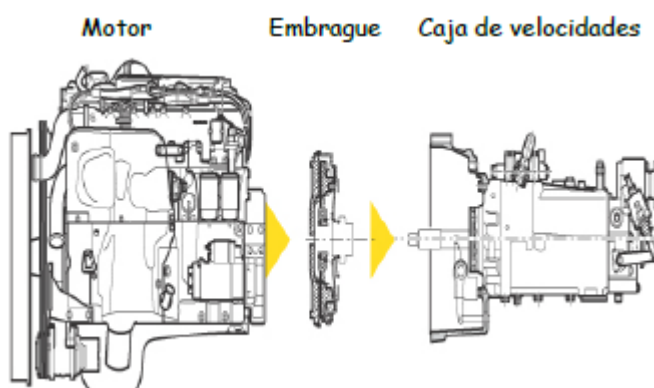


Figura 15. Situación del embrague.

Pueden ser:

- De fricción, cuyo sistema puede ser mecánico, hidráulico o neumático.
- Automáticos.
- Hidráulicos, que a su vez también son automáticos.

8.2 Caja de velocidades

La misión de la caja de velocidades es modificar la relación de transmisión entre el motor y las ruedas para adaptar la velocidad de éstas a las necesidades de la circulación. Además, la caja de velocidades actúa como convertidor de par, aumentándolo o disminuyéndolo.

Para conseguir esto, se dispone en el interior de la caja de velocidades de una serie de ejes y engranajes.

8.2.1 Ruedas dentadas

Se tiene un eje (1) -Fig. 16-, movido por un motor, con una rueda dentada o piñón (1) que gira solidaria con él. Este piñón se engrana con otro (2) que gira solidario con un segundo eje (2). El movimiento del eje (1) se transmite al eje (2).

Se cumple la relación, siendo R la relación de transmisión:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{D_1}{D_2} = R$$

POR EJEMPLO: Un piñón (nº 1) de 10 dientes gira, solidario con su eje, a 3.000 r.p.m. Se engrana con otro piñón (nº 2) de 60 dientes que gira solidario a un segundo eje. ¿A cuántas revoluciones gira este último eje?

$n_1 = 3.000 \text{ r.p.m.}; n_2 = ?; z_1 = 10 \text{ dientes}; z_2 = 60 \text{ dientes}$

$n_2 = 500 \text{ r.p.m.}$

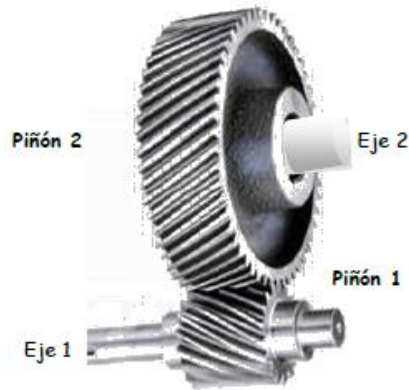


Figura 16. Dos ruedas dentadas.

8.2.2 Tipos de cajas de velocidades

Podemos distinguir dos tipos:

- Cajas con cambio manual: accionada por la persona que conduce mediante una palanca de cambio y formada por tres partes fundamentales:
 - o Caja o cárter. Donde van encerrados todos los ejes y engranajes. Contiene, hasta un cierto nivel, aceite altamente viscoso (SAE 80) o de extrema presión. Estos aceites se denominan “valvulinas” o “valvolinas”.
 - o Tren de engranajes. Conjunto de ejes y piñones que transmiten el movimiento.
 - o Mando del cambio. Mecanismo que sirve para seleccionar la marcha.
- Cajas con cambio automático: todos los procesos de inclusión de marchas se ejecutan por sí mismos y se selecciona aquel que mejor responda a las cargas respectivas del vehículo. La persona que conduce sólo debe establecer el régimen de marcha deseada y puede dedicarse por completo a las incidencias del tráfico. Casi todos los mecanismos automáticos están dotados de un convertidor de par, un planetario de engranajes satélites de varias etapas y una instalación de mando hidráulico.

8.2.3 Grupo divisor y grupo pospuesto planetario

Para posibilitar una conducción económica y un desarrollo de fuerzas de tracción adaptado al tipo de vehículo, deberá elegirse una cantidad de marchas lo más elevada posible. Esto se consigue acoplando a una caja de 4 velocidades, un grupo antepuesto y un grupo pospuesto, consiguiéndose 16 escalones de marcha.

8.3 Árbol de transmisión y tipos de juntas

El árbol de transmisión es el elemento encargado de transmitir el movimiento de la caja de velocidades al grupo cónico-diferencial. Debe ser un eje articulado y extensible, de longitud variable, para permitir el movimiento axial, al variar la distancia entre la caja de velocidades y el grupo cónico, por las oscilaciones de la suspensión. La unión con sus apoyos es elástica para absorber los movimientos anteriores.

Las juntas son empleadas para hacer flexibles las uniones del árbol de transmisión al resto del sistema. Absorben las deformaciones oscilantes del puente trasero debido a los movimientos de la suspensión. Las más empleadas son:

- **Junta universal cardan.** Su elemento básico es la cruceta, a cuyos brazos se unen mediante cojinetes y circlips los extremos de las horquillas que forman parte de los ejes a unir.
- **Junta universal elástica.** Está formada por una serie de arandelas o discos de tela engomada, y por lo tanto elásticos unidos a los ejes mediante unas horquillas especiales. También pueden estar constituidas por un anillo de caucho -silentblock-, que permite ciertas desviaciones y, además, debido a su poder de deformación, se puede eliminar el elemento deslizante.

8.4 Mecanismos del grupo cónico-diferencial

Es el mecanismo comúnmente conocido como “diferencial”. Pero en realidad existen, en dicho mecanismo, dos grupos perfectamente definidos con funciones totalmente diferentes. Estos grupos son:

- Grupo cónico: formado por el piñón de ataque y la corona. Es el encargado de:
 - o Transmitir el movimiento desde el árbol de transmisión al diferencial.
 - o Desmultiplicar, con una relación de desmultiplicación fija, las vueltas del giro del eje secundario de la caja de velocidades.
- Grupo diferencial: su misión es mantener constante la suma de las velocidades de giro de las ruedas motrices permitiendo, en ciertos casos, que éstas puedan girar a velocidades diferentes. En realidad, el mecanismo diferencial adapta las revoluciones de las ruedas motrices al recorrido que han de realizar.

Cuando el vehículo marcha en línea recta (es lógico pensar que las dos ruedas giran a la misma velocidad), al entrar en una curva la rueda exterior a la curva ha de recorrer más camino que la interna, esto se traduce en que la rueda exterior ha de aumentar su velocidad y la interior ha de disminuirla.

El grupo diferencial está formado por dos satélites y dos planetarios. En aquellas transmisiones en los que el par a transmitir sea elevado pueden estar formados por cuatro satélites y dos planetarios.

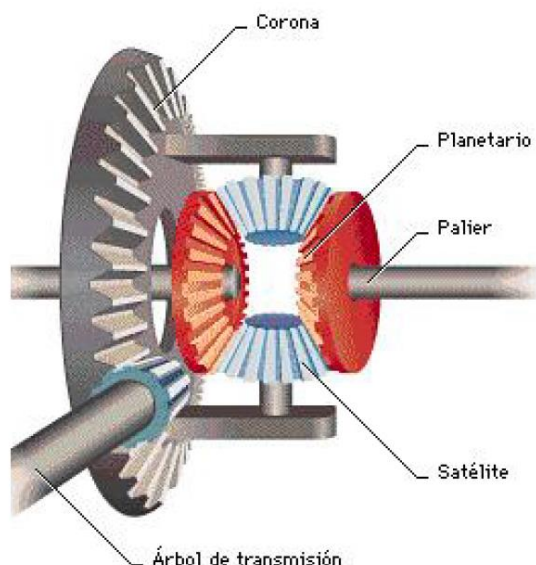


Figura 17. Constitución del diferencial.

8.5 Palieres o semiárboles de transmisión

Son los que transmiten el movimiento desde los planetarios del grupo diferencial a las ruedas. Son básicamente dos barras cilíndricas de acero de alta resistencia, templado y cementado. Uno de sus extremos se une, generalmente por medio de estrías, al planetario del grupo diferencial, mientras el otro extremo se une al cubo de la rueda, ya sea por medio de estrías o por un acoplamiento cónico, o bien por medio de tornillos.

8.6 Sistemas de regulación del deslizamiento – ASR-

Al iniciar la marcha o en procesos de aceleración o de tracción bajo carga, las ruedas motrices pueden no ser capaces de transmitir al suelo todo el esfuerzo de giro que llega del sistema de transmisión. En ese caso las ruedas patinan, produciéndose un desgaste rápido de los neumáticos, una peor maniobrabilidad incluso la imposibilidad de iniciar la marcha porque no hay adherencia adecuada al esfuerzo a transmitir. Se hace necesario un sistema que regule la fuerza que le llega a la rueda o que sea capaz de reducirla para que al suelo llegue la fuerza que las ruedas, en función de la adherencia disponible, sean capaces de transmitir. Es el **Sistema de Regulación del Deslizamiento**, en inglés Anti-Skid Regulation -ASR- y actúa utilizando parte del sistema antibloqueo de frenos, que se verá en el capítulo de frenos.

Su funcionamiento se basa en comparar las velocidades de giro de las ruedas motrices. Si alguna de ellas tiende a girar más deprisa, lo interpreta como que, al no tener suficiente adherencia al suelo, la fuerza motriz que le llega es mayor que a las ruedas que tienen mayor adherencia. En ese caso, tiene que frenar dicha rueda, utilizando los elementos del sistema de freno, o reducir la fuerza que le llega del motor, utilizando los elementos de regulación del caudal de carburante. En ambos casos, están gobernados por la unidad electrónica de control.

Cuando el sistema ASR entra en funcionamiento, el comportamiento del vehículo puede parecer extraño y, para poner alerta a la persona que conduce, se activa el correspondiente indicador de aviso en el tablero de instrumentos.

9 RUEDAS Y NEUMÁTICOS

Las ruedas son los elementos del automóvil que toman contacto con el terreno y, por tanto, el único lazo de unión entre el suelo y el vehículo.

Han de cumplir una serie de **funciones**:

- Sostener la masa del vehículo, facilitando su movimiento con mínimo esfuerzo.
- Convertir el movimiento de giro en movimiento de avance del vehículo, gracias a su resistencia al deslizamiento sobre el terreno.
- Ofrecer una fuerte resistencia al deslizamiento sobre el suelo en los momentos de frenado.
- Dirigir al automóvil para lograr los cambios de dirección.
- Absorber o amortiguar los choques o golpes debidos a pequeñas irregularidades del terreno (hasta un 10% de la irregularidad).
- Liberar al ambiente, el calor producido por los frenos y el trabajo del neumático.
- Han de ser lo más ligeras posibles para que la masa no suspendida del vehículo sea mínima, favoreciendo el buen funcionamiento del sistema de suspensión.
- Deben presentar un alto grado de seguridad para no fallar con el vehículo en movimiento.

Las ruedas pueden ir en montaje simple, una rueda montada en cada extremo del eje de giro, o en gemelo, dos ruedas montadas sobre cada extremo del eje de giro.

9.1 Elementos de una rueda

La rueda está formada por dos elementos:

- **Llanta:** la parte metálica de la rueda. La parte central se fija al eje por medio de tornillos o tuercas y espárragos, que permiten un correcto centrado de la rueda. En la zona exterior se aloja, apoya y monta la cubierta y la unión entre ellas debe ser estanca. Presenta un resalte perimetral de la base para mejorar la fijación.
- **Cubierta:** es el elemento elástico exterior que, una vez montado sobre la llanta y rellena de aire comprimido la cámara que forman ambos, constituyen el neumático, y de aquí que, normativamente, se haya adoptado esta denominación. Está en contacto directo con el terreno y, de su buen estado, depende que las acciones que ordene la persona que conduce se lleven a cabo adecuadamente. Está formada por:
 - Carcasa.
 - Cinturón.
 - Banda de rodamiento.

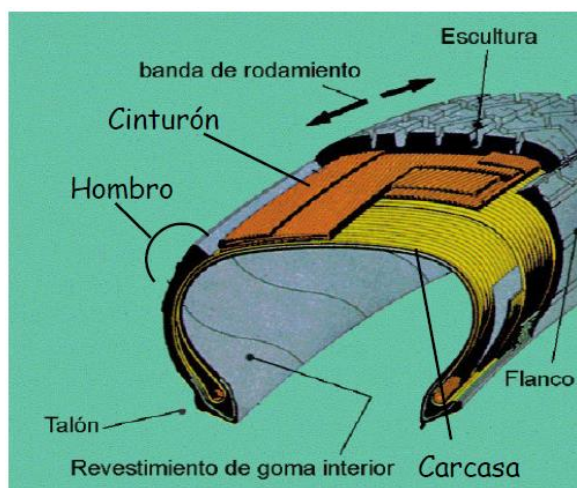


Figura 18. Partes de una cubierta.

9.2 Tipos y nomenclatura de neumáticos

Cuando la cubierta se llena de aire aparece el concepto de neumático, y según la disposición entre llanta y cubierta para formar la cámara que recibe el aire, existirán diferentes tipos:

- **Con cámara:** La llanta y la cubierta forman un conjunto resistente a la presión interna, mientras que la cámara, con su válvula, asegura la estanqueidad, reteniendo el aire comprimido en su interior.
- **Sin cámara:** En este tipo de neumático es la cubierta la que hace el cierre estanco para alojar el aire a presión en su interior. Para ello, la cubierta lleva la cámara pegada por la parte interna, a modo de otra capa, de goma específica que no deja pasar el aire. Esto es en teoría, ya que en la práctica puede haber alguna pérdida, y será la persona que conduce quien tenga que comprobar si la presión de inflado es la correcta. Se monta sobre una llanta, cuya pestaña ajusta con el talón para que su unión sea estanca, con una válvula apropiada.

La nomenclatura son una serie de datos y medidas mediante los que se identifica la cubierta. Estos datos y medidas deben ir impresos en el flanco y, salvo algunos de ellos cuya forma se deja a criterio del fabricante, responden a características concretas que se detallan a continuación.

Una cubierta con 295/80 R 22.5 – 152/146M tendría:

- **295.** Anchura nominal en milímetros.
- **80.** Perfil: relación altura/ancho: la altura del flanco, 236 milímetros, es el 80% del ancho de la cubierta, 295 milímetros). También se llama “serie”.
- **R.** Estructura radial.
- **22.5.** Diámetro interior en pulgadas.
- **152/146.** Índice de capacidad de carga. Existe una tabla de relación de índices con sus equivalentes capacidades de carga. El número más alto corresponde al montaje sencillo y, el más bajo, montaje en gemelo.
- **M.** Símbolo de velocidad máxima. Existe una tabla de relación de velocidad máxima representadas por letras. En este caso, M es la de 130 Km/h. La letra N sería de 140 km/h...

- **(M+S, M&S o MS).** Utilización en nieve. (M significa mud = barro; S significa snow = nieve)
- **3522.** Fecha de fabricación: semana 35, año 2022. Esta designación es válida desde el año 2000 hasta el 2099.
- **TUBELESS.** Neumático sin cámara; si lleva cámara no figura referencia.
- **REGROOVABLE.** Que se puede regrabar.
- **REINFORCED.** Que lleva los flancos reforzados. Para indicar que el flanco está reforzado, lleva practicados unos alvéolos -orificios ciegos- los cuales quedarían marcados si existieran golpes o rozaduras sobre el flanco.
- **INDICADOR DE DESGASTE.** Resalte colocado en el interior de las ranuras principales de la banda de rodadura y destinados a indicar, de forma visual, el grado de desgaste de esta última.

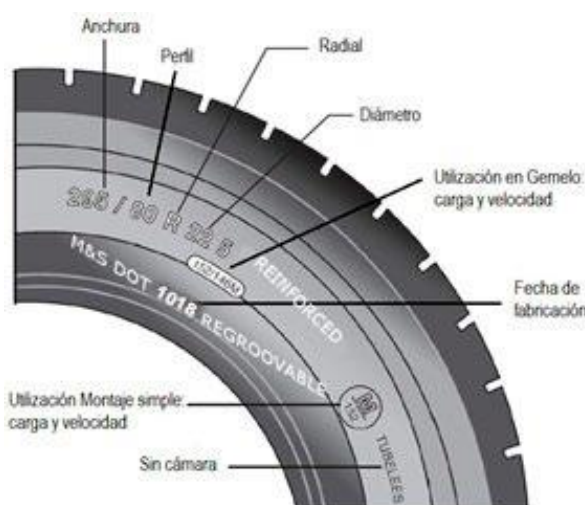


Figura 19. Marcado del neumático en el flanco.

10 SISTEMA DE DIRECCIÓN Y SUSPENSIÓN

10.1 Sistema de dirección

El sistema de dirección es el conjunto de mecanismos que tienen la misión de orientar las ruedas directrices que, normalmente son las delanteras, según la trayectoria marcada por la persona que conduce. También se emplean en los camiones rígidos, dos ejes delanteros y ambos directrices y, en los autobuses de más de 12 metros, un tercer eje trasero y directriz.

Los elementos del sistema de dirección son:

- Volante y árbol de dirección.
- Caja y engranajes de dirección.
- Palancas y barras de dirección.

Dirección asistida: Todos los sistemas consisten en acoplar a un sistema de dirección normal un circuito de asistencia. Así pues, el sistema es servoasistido, no servoaccionado, ya que la persona que conduce ha de conservar una cierta sensibilidad en la dirección. De esta forma, el líquido ejerce

presión sobre un lado del pistón, que “ayuda” al engranaje de dirección a orientar las ruedas en el sentido indicado con el volante. La presión aplicada depende del esfuerzo de la persona que conduce sobre el volante. La bomba que proporciona presión al circuito se mueve mediante una correa y recibe el movimiento del motor o del generador. Las válvulas sensibles funcionan con el movimiento del volante o por la deflexión de las ruedas directrices.

En la geometría conocida como cotas de dirección se consideran dos factores:

- **Geometría de giro:** Al tomar el vehículo una curva, la trayectoria a seguir por cada una de las ruedas directrices no es la misma, ya que el radio de curvatura no es el mismo para cada una de ellas. Para cumplir esta condición, todas las ruedas, en cualquier posición, han de tener un mismo centro de rotación.

Esto se consigue dando a las bieletas una inclinación tal, que cuando el vehículo circule en línea recta, la prolongación de los ejes de las bieletas coincida en el centro del eje trasero y al tomar una curva, los ejes de las ruedas coincidan en un mismo centro.

- **Geometría de Ruedas:** Las ruedas directrices, para un correcto funcionamiento del sistema de dirección, han de cumplir una serie de cotas geométricas. Estas cotas son tan pequeñas que a simple vista no se advierten, pero afectan a la estabilidad del vehículo en recta, en curva y durante la frenada. Estas cotas son:
 - Ángulo de salida.
 - Ángulo de caída.
 - Ángulo de avance.
 - Convergencia o divergencia.

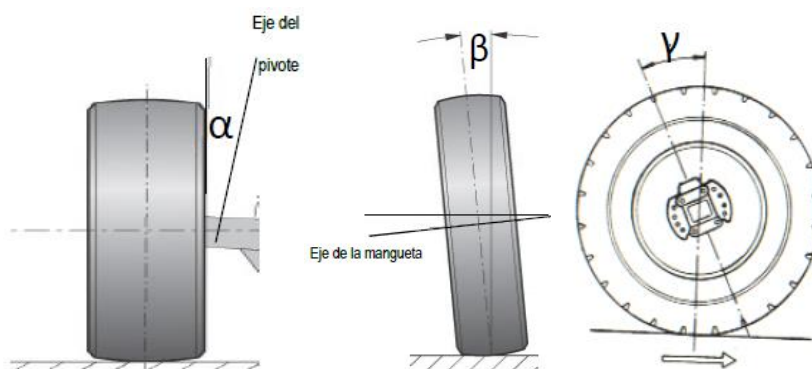


Figura 20. Cotas de las ruedas. De izquierda a derecha: ángulos de salida, caída, avance.

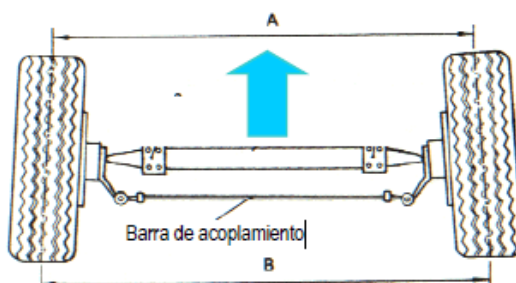


Figura 21. Cotas de las ruedas. Convergencia (en este caso $A < B$).

10.2 Sistema de suspensión

Se denomina sistema de suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los órganos suspendidos y los no suspendidos.

Su misión es absorber las reacciones producidas en las ruedas debidas a las irregularidades del terreno.

Los elementos del sistema de suspensión son:

- **Muelles:** elementos que absorben parte de las irregularidades del pavimento en forma de deformación. Los muelles que utilizan los camiones y autobuses son: ballestas, barras estabilizadoras y barras de torsión.

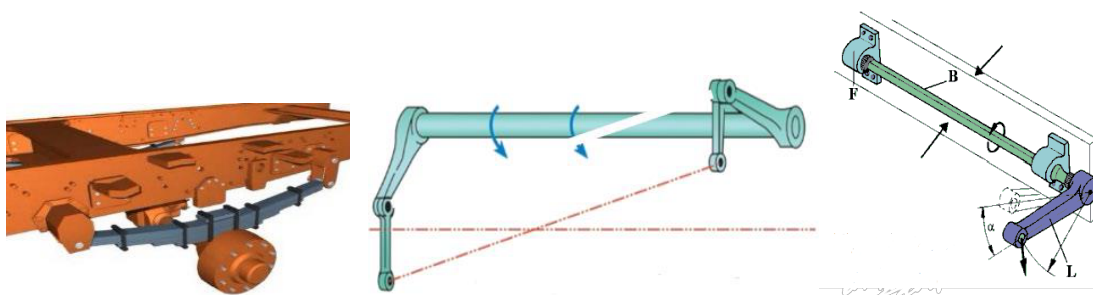


Figura 22. Tipos de muelles. De izquierda a derecha: ballestas, barras estabilizadoras y barras de torsión.

- **Amortiguadores:** son los elementos encargados de absorber estas vibraciones, disminuyendo su amplitud y frecuencia. Para ello transforman la energía mecánica en calorífica, que es transmitida a un fluido contenido en su interior.

10.2.1 Suspensión neumática

Se sustituye la labor de las ballestas por la acción de unos cojines de aire, colocados sobre los ejes, colaborando las barras de reacción y los amortiguadores, en la estabilidad del conjunto.

El cojín de aire está formado por:

- Un émbolo, montado sobre el eje de las ruedas o en los brazos de suspensión.
- Una estructura de goma sintética, que está vacía en su interior hasta que se llene de aire.
- Una placa de cierre, unida al bastidor.

La suspensión neumática emplea sólo aire. El motor mueve un compresor que almacena aire a presión en un depósito o calderín. Desde ahí se alimentan los cojines neumáticos manteniendo una reserva en los calderines auxiliares. Si la presión disminuye, el compresor se encarga de reponer la cantidad de aire necesaria. La presión está limitada por un valor prefijado en la válvula de rebose.

11 SISTEMA DE FRENADO

El sistema de frenado tiene como misión la de aminorar la velocidad del vehículo, llegando incluso a detenerlo.

Esta disminución de velocidad se hará a voluntad de la persona que conduce y se conseguirá de una forma segura y con el mínimo esfuerzo. Además, ha de llevar un sistema que permita poder detener el vehículo, si se avería parte del circuito. Otra dotación de la que dispondrá el sistema, es la que le inmovilice cuando se deje estacionado (freno de estacionamiento o de mano).

Para la disminución de la velocidad se ha de producir una transformación de energía mecánica en energía calorífica, al hacer rozar una parte que no gira, llamada pastilla o zapata, con la parte que, unida a la rueda, está girando, llamada disco o tambor, respectivamente. La fricción entre estos elementos produce la fuerza necesaria para reducir la velocidad y convierte la energía mecánica del vehículo en energía calorífica que se transmite al aire.

El sistema de frenos utilizado de manera adecuada y bien mantenido es un medio seguro de detener el vehículo.

El sistema que se utiliza en los vehículos industriales es un sistema tipo neumático que está formado por tres circuitos:

- El de los frenos de servicio, accionado a través del pedal de freno.
- El de los frenos de estacionamiento, aplicándose por la persona que conduce a través de una palanca.
- El de los frenos de emergencia, que utiliza parte del circuito del freno de servicio y del de estacionamiento, en caso de que no exista presión de aire.

11.1 Tipos de freno

Según los elementos fijos y móviles de que disponga el conjunto de frenos, existen los siguientes tipos:

- **Frenos de tambor**, constituidos por el tambor, el plato de freno y las zapatas. Cuando se acciona el pedal de freno, el mecanismo de empuje de las zapatas hace que éstas se abran, rotando sobre los pivotes. Esto hace que los forros de las zapatas entren en contacto con el tambor de freno, disminuyendo la velocidad de giro del mismo y con ello la de la rueda. Cuando no se acciona el pedal de freno, un muelle recuperador que une las dos zapatas, hace volver éstas a su posición inicial.
- **Frenos de disco**, donde el elemento que no gira se denomina pastilla y el elemento giratorio disco. El disco, que se mueve con la rueda, lleva abrazada, aproximadamente en 1/5 de su superficie, una mordaza en forma de U, que está unida a la estructura metálica, en cuyo interior se desplazan unos pistones. A estos pistones se unen unas pastillas que, al desplazarse los primeros, se ven presionadas contra el disco, disminuyendo la velocidad de giro de éste.

Al pisar el pedal de freno, se empuja el líquido del circuito. La presión hidráulica oprime los pistones contra las pastillas, que presionan sobre las caras del disco y reducen su velocidad, y con ello la de la rueda.

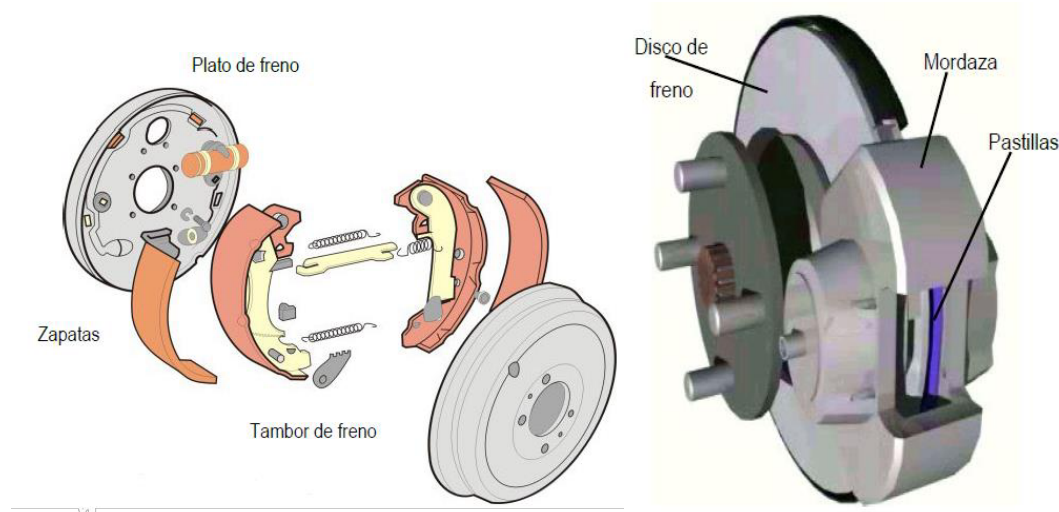


Figura 22. Tipos de freno. De izquierda a derecha: de tambor y de disco.

11.2 Sistema de accionamiento neumático

El sistema de mando neumático es el empleado para producir la fuerza que actuará sobre los elementos frenantes, mediante el aire comprimido. Suministra aire para toda la instalación de freno y la de suspensión, cuando ésta es neumática.

11.3 Sistemas de mejora de eficacia del frenado

Existen una serie de elementos y dispositivos que, aplicados al sistema principal de frenos, mejora su rendimiento y aumenta la seguridad. Destacan los siguientes:

- **Freno de socorro o de seguridad:** Como el sistema se basa en la fuerza que tiene el aire comprimido, cuando existe una fuga por alguna parte del circuito se inutiliza el sistema por completo, con el consiguiente peligro. Este problema se soluciona dotando al vehículo de tres circuitos independientes controlados por la válvula de cuatro vías (elemento del sistema de accionamiento neumático).
- **Freno en el escape:** limita el caudal de gases hacia el silencioso de escape frenando el desplazamiento de los pistones y, en consecuencia, del vehículo. Se debe emplear en pendientes descendentes como ayuda al sistema de frenado de servicio.
- **Retardadores:** se coloca a la salida de la caja de velocidades. La energía del aceite circulando es la que confiere al ralentizador su potencia de frenado. Es decir, no existe ningún rozamiento mecánico.
- **Freno eléctrico:** es un freno continuo o retardador y para frenar no utilizan el rozamiento entre un elemento móvil y uno fijo. El freno eléctrico se intercala en la transmisión del vehículo y va sujeto al chasis del mismo. No es, por tanto, un freno de parada, aunque puede llegar a detener el vehículo.
- **Antibloqueo de ruedas – ABS -:** evita el bloqueo de las ruedas regulando la presión hidráulica durante un frenado brusco. Cuando se frena intensamente, este dispositivo complementario

del sistema de freno evita el bloqueo y el derrapaje de las ruedas. Al entrar en funcionamiento se pueden producir ruidos y vibraciones.

11.4 Otras tecnologías

Existen distintos sistemas, con funciones diferentes, pero con la misma finalidad, hacer más eficiente la frenada y más segura. Algunos de los sistemas que contribuyen a alcanzar estos objetivos de seguridad son los siguientes:

- **Programa Electrónico de Estabilidad:** -En inglés, Electronic Stability Program, **ESP**-. Mejora activamente el seguimiento de la trayectoria y la dirección por parte del vehículo, mediante intervenciones en el sistema de frenos o en el control del motor, aprovechando la existencia de otros sistemas -ABS, ASR- para evitar situaciones críticas que podrían provocar los derrapes de las ruedas y para reducir el riesgo de choque lateral.
- **Asistente a la frenada de urgencia:** -En inglés, Brake Assistance System, **BAS**-. Aumenta la presión de frenado durante una frenada de urgencia para compensar la escasa fuerza que, en estos casos, la persona que conduce realiza sobre el pedal de freno. Actúa como un freno neumático convencional, que lleva acoplado un sistema de mando electrónico. La alta eficiencia de este sistema permite una excelente dosificación de la frenada y acorta la distancia de frenado porque los frenos se activan más rápidamente.
- **Distribución electrónica de la fuerza de frenado:** -En inglés Electronic Brake Variation, **EBV**-. Regula la frenada entre el eje delantero y trasero según la masa que recae sobre cada uno, enviando más o menos presión a las ruedas.
- **Control Electrónico del Sistema de Frenado:** -En inglés, Electronically controlled Brake System, **EBS**-. Tiene la función de activar, en todos los ejes, los cilindros del sistema de freno de servicio al ser accionado el pedal de freno, de una forma tal que los frenos reaccionen inmediata, simultánea y uniformemente, evitando que haya periodos largos de flujo para el aumento y la disminución de la presión. El EBS proporciona el control del sistema de frenos y una activación y liberación instantánea de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

Dirección General de Tráfico. (2024). *Mecánica y entretenimiento simple del automóvil*. <https://sede.dgt.gob.es/export/sites/dgt/.galleries/permisos-de-conducir/certificacion-aptitud-profesores-formacion-vial/2024/Manual-VIII-Mecanica-2024.pdf>

Martín Abad, J.I., Quintana Rodríguez, L. (2025). *Conducción Urbana y Todoterreno*. Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid.

Real Decreto 174/2021, de 23 de marzo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Formación para la movilidad segura y sostenible y se fijan los aspectos básicos del currículo. Módulo profesional: Tecnología básica del automóvil. Pp34.

<https://www.boe.es/boe/dias/2021/03/24/pdfs/BOE-A-2021-4569.pdf>