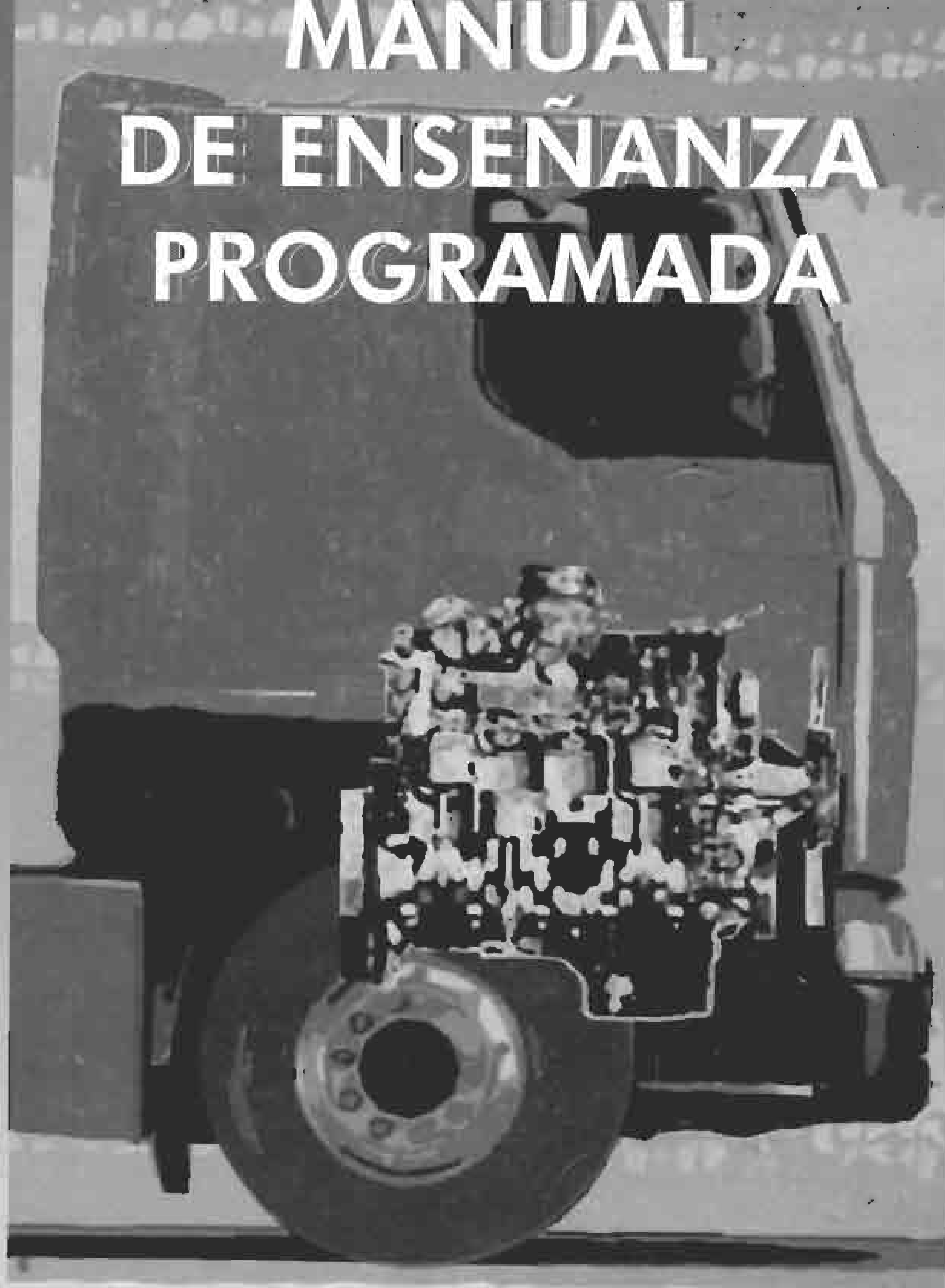


# MECÁNICA

## VEHÍCULOS PESADOS

MANUAL  
DE ENSEÑANZA  
PROGRAMADA



# **MECANICA VEHÍCULOS PESADOS**

**Texto sobre Mecánica del Automóvil adaptado a las directrices oficiales por el que se desarrollan los programas de las pruebas teóricas para la obtención de los Permisos de conducción de las clases "C y D".**

**P O N S**  

---

**EDITORIAL**

**PONS EDITORIAL, S.A.  
Glorieta de Rubén Darío, 4 Telf. 91 700 75 57  
28010 MADRID**



# INDICE

## MECANICA

| Tema   | Conceptos | Páginas | Artículos |
|--|-----------|---------|-----------|
| <b>I EL AUTOMOVIL</b>  |           |         |           |
| — Definición, sistemas y su descripción .....                      |           | 7       | 1/19      |
| — Motor y sistemas .....   |           | 14      | 20/41     |
| <b>II EL MOTOR</b>   |           |         |           |
| — Tipos y piezas del motor .....                                   |           | 21      | 42/92     |
| <b>III SISTEMA DE DISTRIBUCION</b>                                 |           |         |           |
| — Sistema de distribución y modelos de motores .....               |           | 35      | 93/138    |
| — Averías y mantenimiento .....                                    |           | 49      | 139/141   |
| <b>IV SISTEMAS DE ALIMENTACION DEL AUTOMOVIL (PRIMERA PARTE)</b>   |           |         |           |
| — Misión y funcionamiento .....                                    |           | 51      | 142/161   |
| — Motor diesel. Sistemas y elementos de la inyección .....         |           | 55      | 162/241   |
| — Averías y soluciones .....                                       |           | 78      | 242       |
| <b>V SISTEMAS DE ALIMENTACION DEL AUTOMOVIL (SEGUNDA PARTE)</b>    |           |         |           |
| — Motor de explosión .....   |           | 81      | 243       |
| — Alimentación por inyección y por carburador .....                |           | 81      | 244/286   |
| — Averías y soluciones .....                                       |           | 91      | 287       |
| — Sobrealimentación .....  |           | 93      | 288/305   |
| — Motor de dos tiempos y motor Wankel .....                        |           | 97      | 306/312   |
| — Carburantes y mantenimientos .....                               |           | 99      | 313/330   |
| <b>VI SISTEMA DE REFRIGERACION</b>                                 |           |         |           |
| — Sistema de refrigeración por líquido .....                       |           | 103     | 331/377   |
| — Sistema de refrigeración por aire .....                          |           | 112     | 378/385   |
| — Mantenimiento y prevención de averías .....                      |           | 114     | 386/395   |
| <b>VII SISTEMA DE LUBRICACION</b>                                  |           |         |           |
| — Necesidad de lubricación del motor y elementos del sistema ..... |           | 117     | 396/428   |
| — Tipos de aceite .....  |           | 126     | 429/446   |
| — Mantenimiento .....  |           | 130     | 447/462   |
| <b>VIII SISTEMAS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL (PRIMERA PARTE)</b>      |           |         |           |
| — Introducción, misión y elementos del encendido .....             |           | 135     | 463/511   |
| — Encendido transistorizado .....                                  |           | 148     | 512/523   |
| — Averías .....  |           | 151     | 524       |
| <b>IX SISTEMAS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL (SEGUNDA PARTE)</b>        |           |         |           |
| — Sistema generador de corriente .....                             |           | 153     | 525/533   |
| — Precauciones, mantenimiento y averías .....                      |           | 157     | 534/538   |
| — Sistema de puesta en marcha .....                                |           | 159     | 539/552   |
| — Mantenimiento y prevención de averías .....                      |           | 164     | 553/554   |
| — Sistema de alumbrado .....                                       |           | 166     | 555/577   |
| — Averías .....  |           | 172     | 578       |
| — Sistemas eléctricos auxiliares .....                             |           | 173     | 579/598   |
| — Averías .....  |           | 178     | 599       |



# INDICE

## MECANICA

| Tema  | Conceptos | Páginas | Artículos |
|---|-----------|---------|-----------|
| <b>X SISTEMA DE TRANSMISION</b>   |           |         |           |
| — Introducción, embrague y sistemas .....                                 |           | 181     | 600/641   |
| — Mantenimiento y prevención de averías .....                             |           | 196     | 642/644   |
| — Caja de velocidades .....   |           | 197     | 645/677   |
| — Mantenimiento y averías .....   |           | 210     | 678/679   |
| — Arbol de transmisión y diferencial .....                                |           | 212     | 680/702   |
| — Mantenimiento y averías .....   |           | 219     | 703/709   |
| — Arrastre del vehículo .....   |           | 221     | 710/721   |
| <b>XI SISTEMA DE SUSPENSION</b>   |           |         |           |
| — Conceptos y tipos .....   |           | 227     | 722/753   |
| — La suspensión en los vehículos pesados, suspensión neumática .....      |           | 238     | 754/768   |
| — Mantenimiento y averías .....   |           | 246     | 769/773   |
| <b>XII SISTEMA DE DIRECCION</b>   |           |         |           |
| — Conceptos, misión y engranajes de dirección y dirección asistida .....  |           | 249     | 774/793   |
| — Localización de averías .....   |           | 255     | 794/799   |
| — Dirección al eje delantero y al eje trasero y cotas de dirección .....  |           | 256     | 800/813   |
| — Vehículos pesados .....   |           | 261     | 814/820   |
| — Mantenimiento y averías .....   |           | 264     | 821/829   |
| <b>XIII SISTEMA DE FRENADO</b>  |           |         |           |
| — Función y elementos .....   |           | 269     | 830/843   |
| — Frenos de disco y elementos auxiliares .....                            |           | 273     | 844/877   |
| — Averías .....   |           | 284     | 878       |
| — Sistema neumático de frenado y frenado del semirremolque .....          |           | 285     | 879/923   |
| — Averías .....   |           | 303     | 924       |
| — Sistemas de freno de mando hidroneumático, freno motor, ABS y ASR ..... |           | 305     | 925/938   |
| — Frenos de estacionamiento (vehículos pesados) .....                     |           | 309     | 939/940   |
| <b>XIV RUEDAS Y NEUMATICOS</b>  |           |         |           |
| — Introducción, elementos y neumáticos .....                              |           | 311     | 941/966   |
| — Mantenimiento, montaje y averías .....                                  |           | 320     | 967/989   |
| — Expresiones y significado .....   |           | 327     |           |



# **MECANICA Y ENTRETENIMIENTOS SIMPLES DE LOS AUTOMOVILES**

# TEMA I

## EL AUTOMOVIL

### DEFINICION

1. Se considera **automóvil** el **vehículo de motor** que sirve normalmente, para el **transporte** de personas o de cosas, o de ambas a la vez, o para la tracción de otros vehículos con aquel fin. **Se excluyen** de esta definición los **vehículos especiales**.
2. El automóvil **puede ser** a su vez:
  - **Turismo.**
  - **Camión.**
  - **Tractocamión.**
  - **Autobús.**
  - **Vehículo mixto.**
3. El **automóvil**, según su propia definición, **ha de tener un sistema** que proporcione **energía** de desplazamiento (motor) y un **sistema** que la **transmita** (transmisión) a las ruedas, que son las que proporcionan el movimiento del vehículo.
4. El automóvil **también** ha de tener otras cualidades como su **estabilidad** (suspensión), debe poder **ser dirigido** por las trayectorias deseadas (dirección) y poder **ser detenido** cuando sea necesario (frenos).



Automóvil



## SISTEMAS QUE FORMAN EL AUTOMOVIL

### 5. BASTIDOR

|  |  |
|--|--|
| <b>MOTOR</b> .....   | Distribución<br>Alimentación<br>Refrigeración<br>Lubricación   |
| <b>EQUIPO ELECTRICO</b> .....  | Batería<br>Encendido<br>Puesta en marcha eléctrica<br>Generador de energía<br>Sistema de iluminación |
| <b>TRANSMISION</b> .....   | Caja de velocidades<br>Arbol de transmisión<br>Mecanismo cónico-diferencial                          |
| <b>SUSPENSION</b><br><b>DIRECCION</b><br><b>FRENOS</b><br><b>RUEDAS Y NEUMATICOS</b> |  |

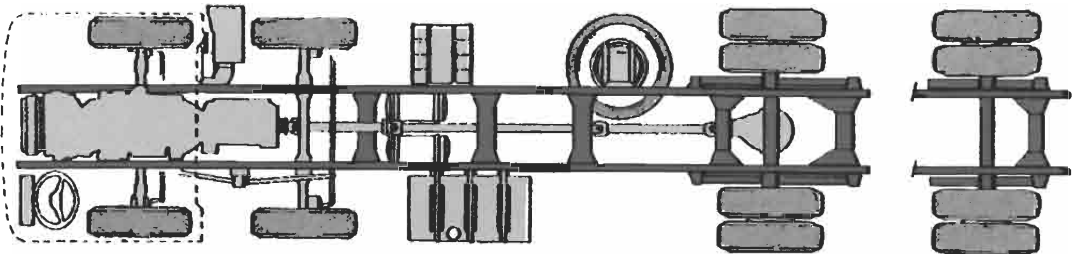
## DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DEL VEHICULO

Cuando al bastidor se le acopla toda la parte mecánica del automóvil, recibe el nombre de **chasis**.

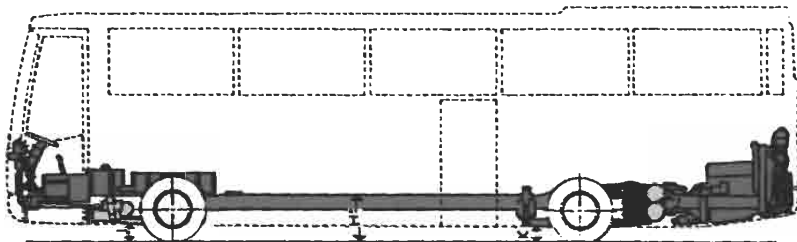
### CHASIS

6. El **chasis** está compuesto por un **bastidor** formado por largueros y travesaños al que **se fijan** todos los **elementos del automóvil**, como son: **el motor, la transmisión, la dirección, los frenos y la suspensión, sobre los que se monta la carrocería**.

Existen diferentes construcciones de **bastidores**, siendo una de ellas, empleada en **camiones y autobuses**, la formada por dos **largueros** dispuestos en sentido longitudinal al automóvil, y de una serie de **travesaños**, sobre los que descansan los diferentes elementos del vehículo, estando todo ello envuelto por la carrocería.



Chasis de un camión



Chasis de un autobús envuelto por la carrocería

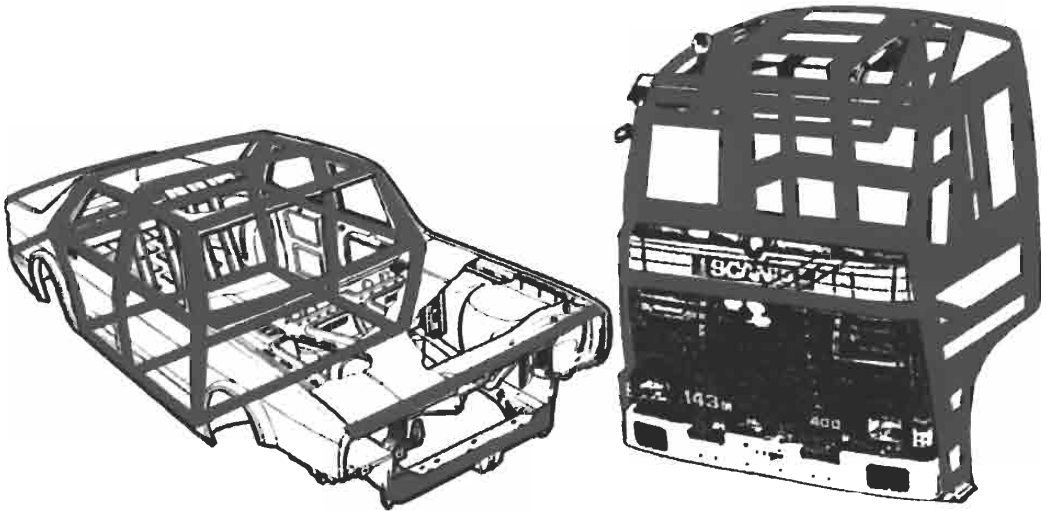
## CARROCERÍA AUTOPORTANTE

7. Este **diseño** de carrocería, que recibe el nombre de "**monocasco autoportante**", **carece de bastidor**, estando constituido por partes que, convenientemente unidas, **forman un casco** resistente, al que se le colocan una serie de **refuerzos** para la sujeción de los diferentes elementos del automóvil. Generalmente se emplea en los **turismos**.

La seguridad ha llevado a introducir laterales monobloques y largueros de deformación progresiva y programada, dando todo ello lugar a la carrocería **autoportante o monobloque** de estructura rígida e **indeformable** en el habitáculo y con **dos bloques deformables, delantero y trasero**, con la finalidad de, a manera de colchón, proteger aquél.

En este caso es conveniente realizar periódicamente una **limpieza de los bajos**, sobre todo en ambientes **salinos**, para evitar la corrosión de su estructura.

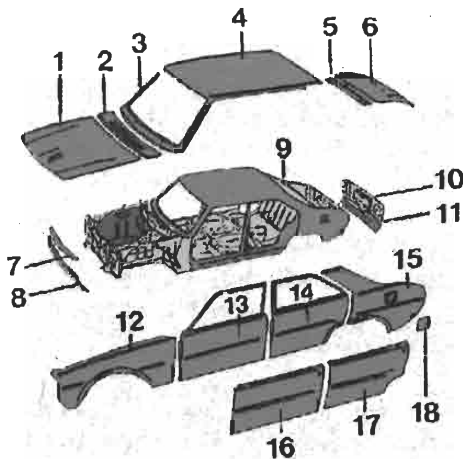
La carrocería está fabricada, generalmente, en **chapa de acero y materiales plásticos** resistentes.



Carrocería o monocasco autoportante

Estructura de una cabina reforzada

La cabina que dispone de sistema de suspensión evita las vibraciones y mejora la comodidad del conductor.

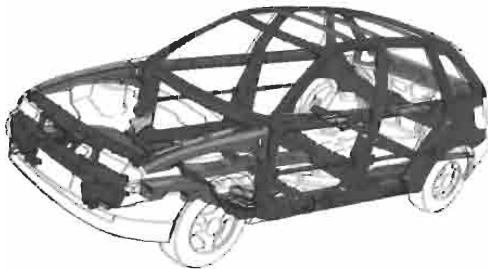


Elementos desmontables de una carrocería autoportante. 1. Capó. 2. Chapa de entrada de aire. 3. Marco delantero. 4. Techo. 5. Travesaño inferior luneta. 6. Tapa del cofre. 7. Travesaño delantero capó. 8. Panel delantero. 9. Casco bastidor. 10. Panel del cofre. 11. Panel inferior. 12. Aleta delantera. 13. Puerta delantera. 14. Puerta trasera. 15. Aleta trasera. 16. Panel exterior puerta delantera. 17. Panel exterior puerta trasera. 18. Trampilla del depósito.

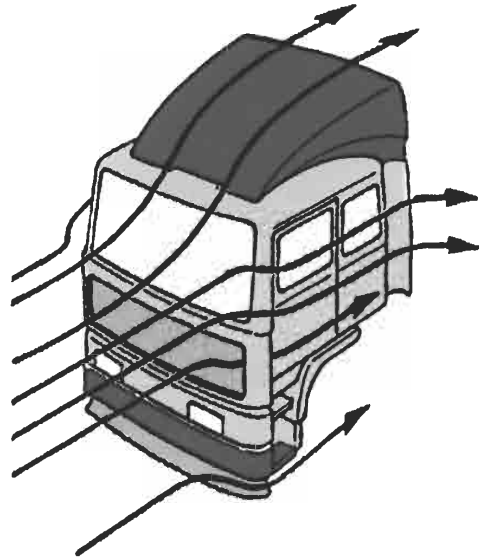


## AERODINAMICA

8. En la construcción de las **carrocerías** tiene especial **importancia** el coeficiente **aerodinámico (CX)**, que permitirá un **menor esfuerzo** del motor y **mejorará la estabilidad**, en función de que el aire empuja al vehículo en tres direcciones:
- **Resistencia al avance.**
  - **Resistencia de sustentación** (levantar o fijar al suelo).
  - **Fuerza de deriva** (desviación trayectoria).
- A **menor coeficiente menor esfuerzo** y **mayor ahorro** de carburante.
9. Los **factores** que intervienen en la **aerodinámica** de un vehículo pueden ser, entre otros:
- **El diseño o forma** de la parte delantera, techo y trasera.
  - **La pendiente del parabrisas.**
  - **Tamaño y forma de los retrovisores** exteriores.
  - **La angularidad de la carrocería** y otros elementos.
  - **La instalación de un deflector** en la **cabina** de los **camiones**.



Carrocería aerodinámica



Acción del aire frontal desviado por la forma de la cabina y el deflector.

## ACONDICIONAMIENTO DE LA CARGA

10. La **carga** habrá de estar **bien colocada**, en forma sensiblemente igual en toda la superficie destinada a ella, **caso contrario, alguna rueda estaría peligrosamente recargada**. Es conveniente, una vez cargado el vehículo, comprobar que ninguna rueda trabaja más de lo seguro.

## COMO AFECTAN A LA SEGURIDAD VIAL

11. En cualquier caso, la **carga útil máxima** permitida **no** deberá ser **rebasada**. Es **prudente** asegurarse, **pesando** por ejes el **vehículo cargado** y comprobando, con arreglo a las normas dadas sobre peso con cada **tipo de neumático y el factor ruedas gemelas**, que ninguna rueda trabaja más de lo seguro.

Muchos accidentes que se atribuyen a roturas de dirección, de frenos y otros supuestos fallos mecánicos, son debidos a la causa expresada, que se hace incontenible en un caso de emergencia.

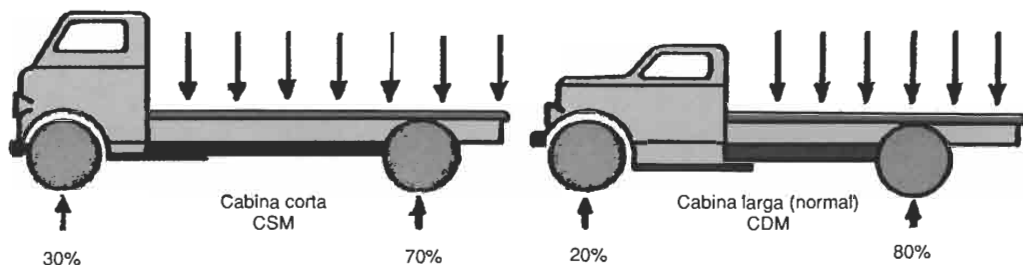
## DISTRIBUCION DE LA CARGA

12.

A

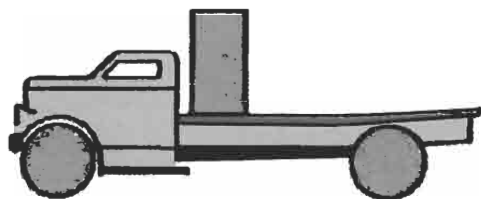
B

1.



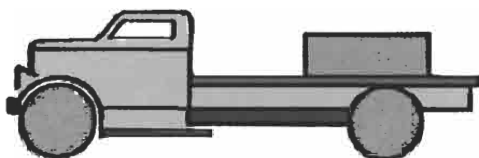
Bastidor, ejes y neumáticos están calculados para llevar la carga así distribuida.

2.



MAL

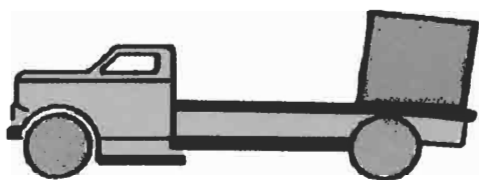
Así se encorva el bastidor, sobrecargan los neumáticos delanteros y se hace dura la dirección.



BIEN

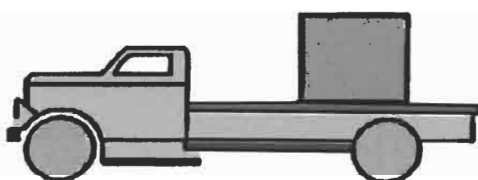
Colóquese la parte más pesada de la carga desde encima del eje trasero hacia delante: no se comba el bastidor y se consigue la distribución 1.

3.



MAL

Así se encorva el bastidor, se sobrecargan los neumáticos traseros y se aligeran tanto los delanteros que la dirección resultará insegura o casi imposible.



BIEN

Una carga concentrada se coloca justo encima del eje trasero hacia delante, y si es posible con el lado mayor sobre el piso.

4.



MAL



BIEN

Para cada carga, el vehículo adecuado



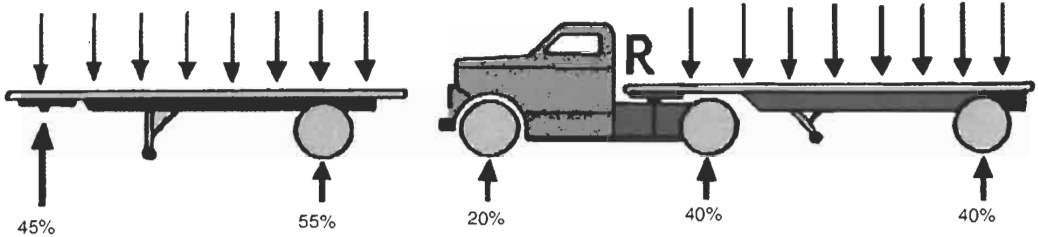
## DISTRIBUCION DE LA CARGA EN LOS REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES

13.

A

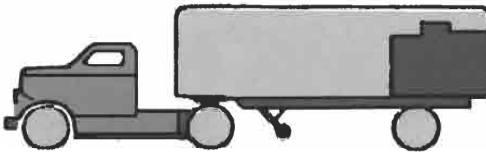
B

1.



Cómo debe prepararse la distribución de carga en el remolque A, para que la "quinta rueda" R reparta el peso en el tractocamión B, según lo previsto al calcularlo.

2.



MAL

Todo el peso sobre el eje trasero quita adherencia a las ruedas propulsoras. Sobrecarga los neumáticos traseros. Malas frenadas.



MAL

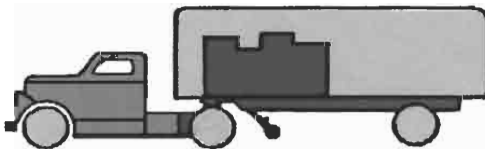
Así ballestas y ruedas trabajan desigualmente. Las ruedas recargadas frenarán más y habrá patinazos y deformaciones en el bastidor.



BIEN

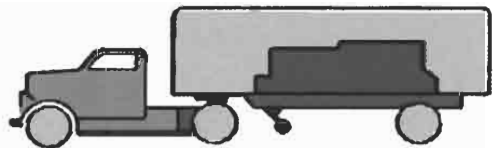
Carga repartida por igual. Ruedas, frenos y bastidor equilibrados.

3.



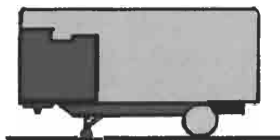
MAL

Si se concentra la carga sobre el eje propulsor se sobrecargan sus neumáticos acortándose la vida, y un frenazo puede bloquear las ruedas traseras con riesgo de coletazos. Repártase la carga por igual a lo largo y a lo ancho.



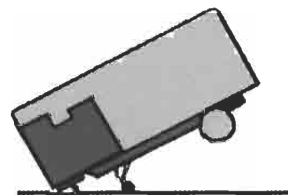
BIEN

4.



MAL

Lo que puede suceder (y siempre sucederá) si se concentra la carga encima de la "quinta rueda".



## CUIDADOS Y MANTENIMIENTO DE LA CARROCERÍA

- 14.** La **seguridad y longevidad** de la carrocería **depende** en gran manera de su **resistencia a la corrosión**, para lo cual hay que **evitar acumulaciones de humedad** especialmente cargada de salitre (proximidad del mar) cuidandola a base de **tratamientos anticorrosivos**, previa limpieza a fondo, sobre todo de los bajos del vehículo.

**Para dar lustre a la carrocería** deben emplearse **productos que no contengan abrasivos** (piedra pómez). El abrillantado con ceras hay que hacerlo con moderación (sin abusar) ya que atacan al esmalte.

## SEGURIDAD PASIVA

- 14.1** El **cristal del parabrisas** debe estar **homologado**, existiendo "**cristal de vidrio templado**", que al **romperse** lo hace en forma de **prismas** (a trozos), resultando **opaco**, y "**cristal de vidrio laminado**", que al **romperse se estira** hacia el exterior, **pudiéndose ver** a través del mismo. El **laminado**, al haber sufrido un **tratamiento** para incrementar su **resistencia** mecánica y controlar su **fragmentación** en caso de rotura, representa un **verdadero muro** en caso de **impacto por accidente**, de ahí la **necesidad** entre otras cosas, de la utilización del **cinturón de seguridad**. Los "**pretensores**" del cinturón actúan como el "**air-bag**", que en caso de una **deceleración importante se recoge el cinturón**. Estos dos elementos se revisarán cuando lo indique el fabricante.

## ACCIDENTES

- 15.** **Cargar** el vehículo con **más peso** del que el fabricante ha tenido en cuenta al construirlo, es **contrario a la seguridad vial**.

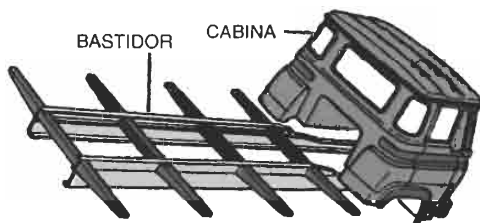
Si se carga en exceso, éste tiene que responder a unas exigencias superiores a aquellas para las que está concebido y quedarán afectadas su estabilidad, suspensión, dirección, capacidad de frenada, etc. lo que **influirá negativamente en la seguridad** propia y ajena.

## CAMIONES Y FURGONETAS. TIPOS DE ESTRUCTURA

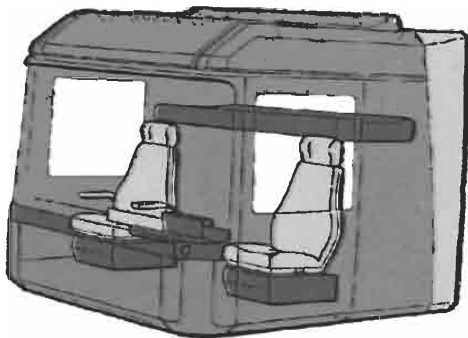
- 16.** En los **camiones y furgonetas** de un cierto tonelaje los elementos fundamentales de la estructura son el **bastidor** y la **cabina**.

**Sobre el bastidor** van situados el **motor, la caja de velocidades y la suspensión**.

La **cabina** se **asienta** asimismo **sobre el bastidor**.



Vehículo sin monocasco

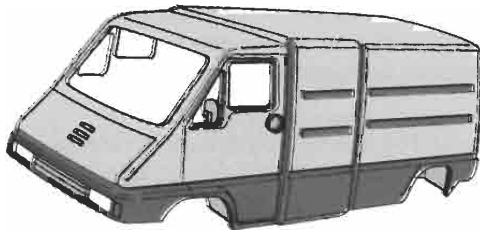


Cabina separada de un camión

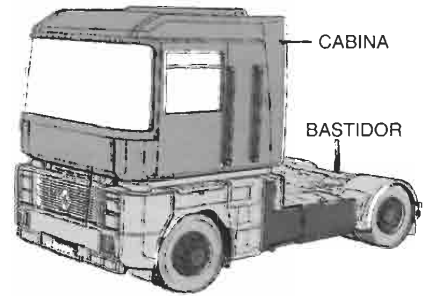
- 17.** La **cabina** en los **camiones equivale** a la **carrocería de los turismos**, pues en la misma van situados los **asientos**, cuadro de instrumentos, etc.

**Algunas furgonetas** llevan una carrocería **autoportante** como los turismos, de forma que la propia carrocería hace de sustentación del grupo motriz y de la suspensión.





Monocasco de furgoneta



Cabina bastidor de un camión

18. El **bastidor de los camiones** está constituido por **dos largueros longitudinales** a los que van soldados o atornillados los travesaños y soportes.

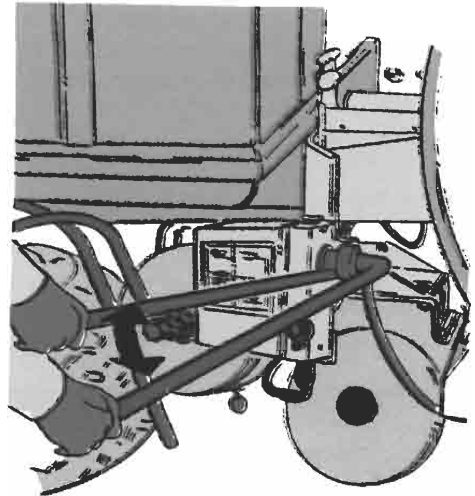
**Está terminantemente prohibido efectuar transformaciones que no sean autorizadas por el fabricante.**

## CABINA ABATIBLE

19. Existen modelos de **cabina abatible** a los efectos de poder tener **acceso** directo para poder observar y efectuar con mayor comodidad las **reparaciones** correspondientes a los elementos que se encuentran debajo de la misma, generalmente el motor y otros.

**Antes** de proceder al **abatimiento** se debe aplicar el **freno de estacionamiento**, situando la **palanca** de mando del cambio de **velocidades en punto muerto**, dejando las **puertas** bien **cerradas**.

Para su abatimiento existe una **bomba de basculación** con **dos posiciones**, con un sentido para **subir** y otro sentido para **bajar** la cabina.



El abatimiento de la cabina puede realizarse manualmente o por procedimientos neumáticos o hidráulicos.

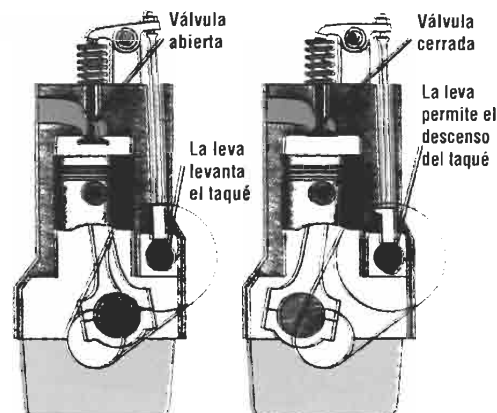
## MOTOR

20. Se trata del **sistema** encargado de **proporcionar la energía** mecánica necesaria para que el vehículo pueda desplazarse.

Para poder conseguir tal desplazamiento se requieren unos **subsistemas**, como son:

## SISTEMA DE DISTRIBUCION

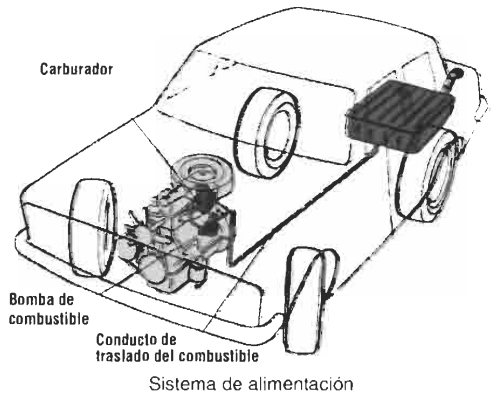
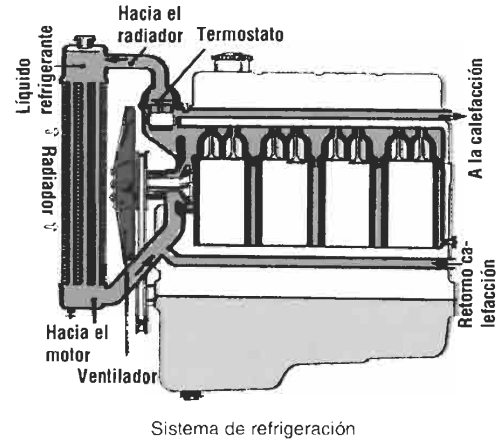
21. Es el **encargado** de **regular la entrada** en los cilindros del motor de los **gases** necesarios para la combustión y de la **salida** de los **productos** en la misma.



Sistema de distribución

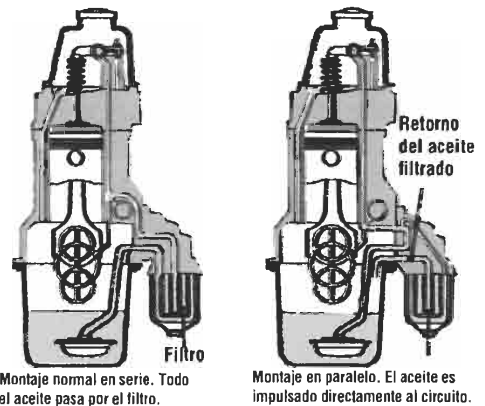
## SISTEMA DE ALIMENTACION

22. Destinado a **proporcionar** al motor el **combustible y aire** necesarios para su funcionamiento.



## SISTEMA DE REFRIGERACION

23. Su **misión** es la de **mantener** la **temperatura** del motor en la de **máximo de rendimiento**, es decir, en su estado óptimo.



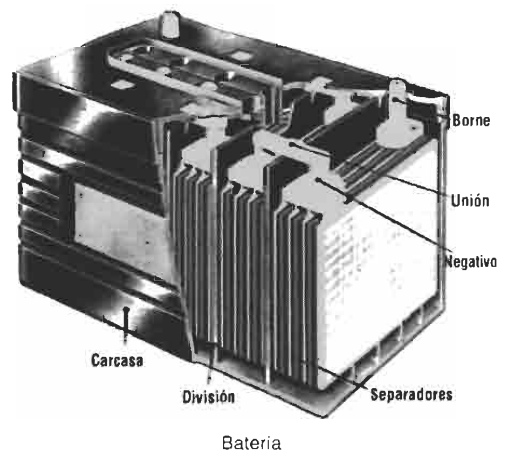
## SISTEMA DE LUBRICACION (ENGRASE)

24. Tiene la **misión** de **disminuir** el **desgaste**, facilitar el deslizamiento de las **piezas en movimiento** del motor y **refrigerar**, en parte, dichas piezas.

## EQUIPO ELECTRICO

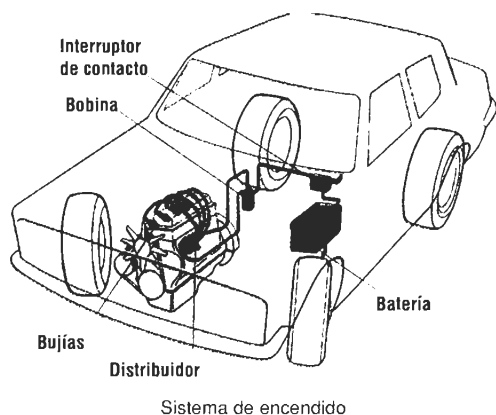
25. El automóvil necesita, para su correcto funcionamiento y para cumplir con lo establecido reglamentariamente, una serie de sistemas eléctricos, como son:

- 26.- **LA BATERIA:** Encargada de **almacenar la energía química** que se transforma en **energía eléctrica** al conectarle algún elemento.



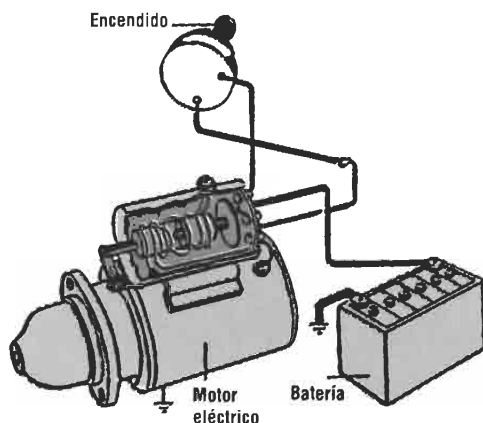
## SISTEMA DE ENCENDIDO

27. Destinado, en los **motores de explosión**, a proporcionar la **chispa** necesaria para conseguir la **explosión** de la mezcla carburada y en consecuencia la **fuerza** para el **desplazamiento** del vehículo.



### 28.- LA PUESTA EN MARCHA ELECTRICA:

Se encarga de **proporcionar** al **motor** del automóvil los **primeros giros** para que posteriormente pueda seguir girando por sí solo. Su elemento fundamental es el **motor eléctrico de arranque**.



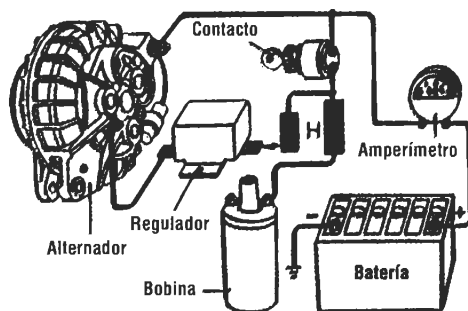
Puesta en marcha

### 29.- EL GENERADOR DE ENERGIA ELECTRICA:

Es el **encargado de reponer**, cuando el motor está funcionando, la **energía gastada** de la batería en los elementos que precisan corriente eléctrica para su funcionamiento. Este subsistema lo constituye, actualmente, el **alternador** y el **regulador**.

Cuando el **motor** está en **marcha**, **proporciona** la **energía** que necesitan los elementos eléctricos **sin pasar** por la **batería**.

- 30.- **LA ILUMINACION:** Debe estar diseñada de forma que cumpla con lo establecido legalmente. En ella se incluyen las luces de **alumbrado**, las de **señalización** y los **indicadores luminosos de control** de algunos elementos del automóvil.



Generador de corriente

## TRANSMISION

31. Se trata del **sistema** encargado de **trasladar** el movimiento desde el **motor** (cigüeñal) a las **ruedas motrices**. Según sea la **disposición** del **motor** y de las **ruedas motrices** **variará** el **número** de sus **elementos**, (motor delantero y tracción, motor delantero y propulsión, motor trasero y propulsión y transmisión total a todas las ruedas).

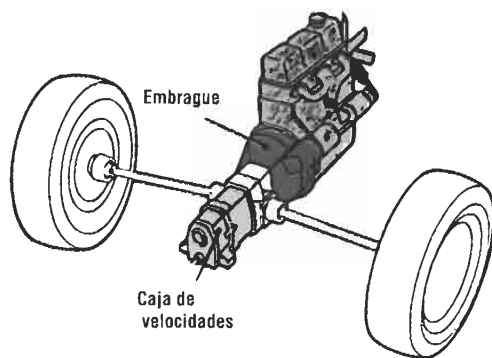
El **caso** que **reúne todos los elementos** es el de **motor delantero y ruedas motrices traseras**, en cuyo caso los elementos del sistema de transmisión son:

### EL EMBRAGUE:

32. Es el **encargado de acoplar y desacoplar** el movimiento del **motor** a la caja de **velocidades**.

### LA CAJA DE VELOCIDADES

33. Es el **elemento** que permite **adaptar la marcha** del automóvil a las **diferentes necesidades**, proporcionando la velocidad o fuerza, permitiendo aprovechar al máximo la potencia del motor.



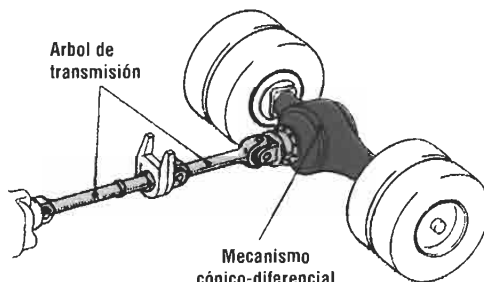
Embrague y caja de velocidades

### EL ARBOL DE TRANSMISION:

34. Es el encargado de **transmitir el movimiento** de la **caja de velocidades** al mecanismo **cónico-diferencial**.

### MECANISMO CONICO-DIFERENCIAL:

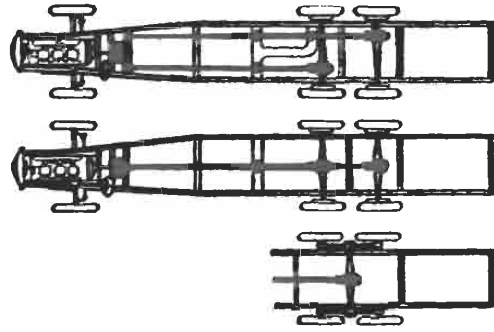
35. Es el que **convierte el movimiento giratorio longitudinal** en movimiento **giratorio transversal**, **desmultiplicando** constantemente las **revoluciones del motor** (cónico) y **mantiene constante** el resultado de la **suma de las velocidades** de giro de las **ruedas motrices** de un mismo eje (diferencial).



Arbol de transmisión y mecanismo cónico-diferencial

36. En los **demás casos**, de **tracción y propulsión**, se **suprime el árbol de transmisión**, por lo que el **diferencial** irá acoplado directamente al **eje secundario** de la caja de velocidades. En el caso de **transmisión total** (todas las ruedas motrices) se dispone de **dos árboles de transmisión**, si bien, le es aplicable lo descrito en el caso anterior.

37. En **camiones de gran tonelaje** se dispone de un sistema de **doble propulsión**, con **dos puentes traseros** propulsores, de forma que el **esfuerzo** a transmitir por cada **grupo cónico** situado en cada puente, se **reduce a la mitad**. (Véase art. 606)



Doble propulsión

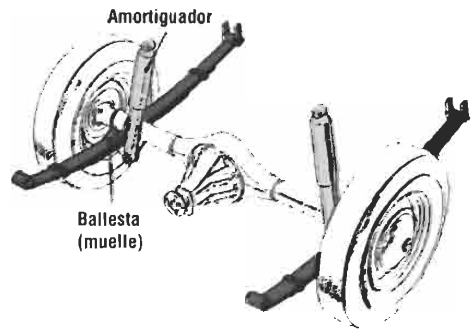
## SUSPENSION

38. Es el **sistema** encargado de asegurar la **estabilidad** del vehículo y de protegerle de las irregularidades del terreno, además de **proporcionar comodidad** a sus ocupantes y a la conducción, haciendo elástico el apoyo de la carrocería sobre los ejes de las ruedas.

Se trata del **sistema elástico** que une el **bastidor o la carrocería** (monocasco) con el **eje de las ruedas**.

Se compone de **ballestas, muelles, amortiguadores y barras de torsión**. La **tendencia actual** es la de utilizar **sistemas de suspensión independientes** para cada rueda y así

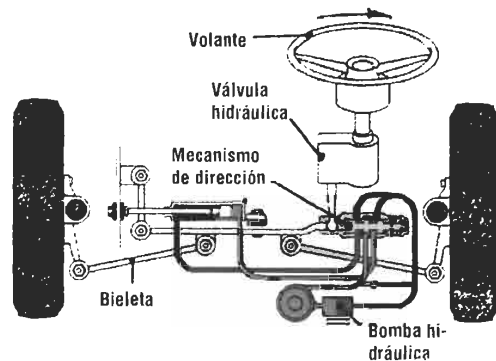
mejorar la seguridad en la conducción al **disminuir la posibilidad** de que las **ruedas pierdan contacto** con el suelo o hace que, de perderlo, sea una **pérdida mínima**.



Suspensión

## DIRECCION

39. Se trata del **conjunto de elementos** y mecanismos encargados de conseguir que el **automóvil siga la trayectoria deseada** por el conductor y con el menor esfuerzo posible, para lo cual **se desmultiplican las vueltas del volante**. Además, **se utiliza** algún mecanismo de **asistencia** en algunos casos como es la **dirección asistida**.



Dirección servoasistida



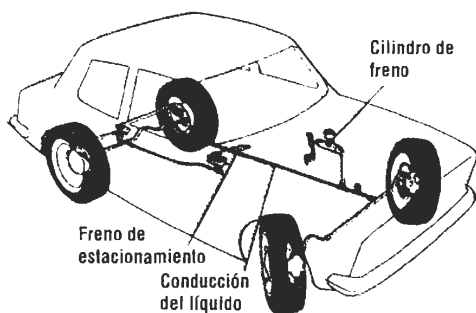
## FRENOS

40. Son los encargados de **disminuir la velocidad** del vehículo, llegando a detenerlo, conociéndose como **frenos de servicio**.

En **vehículos ligeros**, generalmente, son accionados por **sistema hidráulico**, pudiendo ser frenos de **tambor** (utilizan zapatas) o frenos de **disco** (utilizan pastillas).

En **vehículos pesados** se utiliza, generalmente, un **sistema** de frenado por **aire comprimido** (neumático). Para **disminuir el esfuerzo** del conductor, **además** de los sistemas indicados para su accionamiento, llevan **otros sistemas** que **disminuyen el esfuerzo** a realizar sobre el pedal de freno.

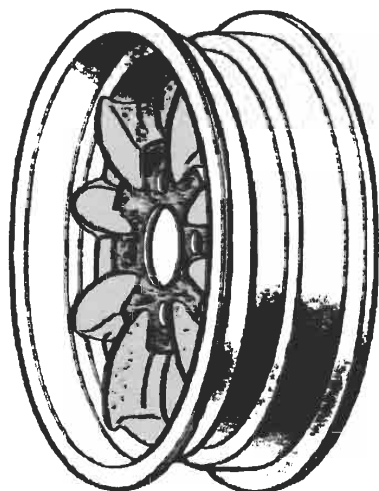
Para dejar **inmovilizado** el vehículo se utiliza un freno auxiliar denominado **freno de estacionamiento**



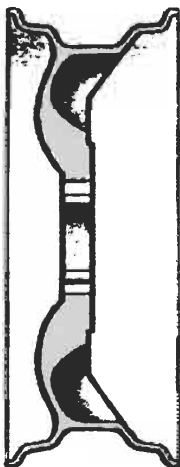
Sistema de frenado

## RUEDAS Y NEUMATICOS

41. Son el **punto de apoyo** del vehículo sobre el terreno. **Sobre** las **ruedas actúan la dirección**, los **frenos** y la **transmisión**. De los neumáticos depende **la adherencia** y, en gran parte, **la estabilidad** del vehículo además de tener un efecto **amortiguador** (suspensión).



Llanta



Neumático con su llanta

# TEMA II

## EL MOTOR

42. El **motor** es el sistema encargado de proporcionar la **energía** mecánica necesaria para el desplazamiento del vehículo. En los automóviles, generalmente, se utilizan los **motores térmicos** de combustión interna y explosión, que transforman la energía **química** de un combustible en energía **mecánica** o trabajo.

## TIPOS DE MOTORES

43. Los distintos **tipos de motores** empleados en los automóviles, dependiendo del tipo de energía utilizada, son:
- **DE EXPLOSION**, que utiliza como carburante la gasolina o el gas licuado del petróleo (G.L.P.).
  - **DE COMBUSTION (DIESEL)**, que utiliza como carburante el gasoil.
  - **ELECTRICO**, que utiliza la electricidad almacenada en unos acumuladores o baterías (menos común).

## CONSTITUCION, VENTAJAS, INCONVENIENTES Y UTILIZACION

44. Los **elementos** constitutivos **son comunes** en los motores de **explosión y combustión**, variando únicamente en peso, tamaño, materiales y pequeñas diferencias, formando sus órganos elementales.
45. Las **ventajas e inconvenientes** entre los distintos tipos de motores pueden variar según sea su **f fuente de energía**.

Las **ventajas** del **motor de combustión** (Diesel) **respecto** al de **explosión** pueden ser:

- **Mayor rendimiento** térmico
- **Menor consumo** de carburante.
- **Mayor duración**.
- **Averías menos frecuentes**.

46. Los **inconvenientes** pueden ser:
- **Mayor volumen** y peso.
  - **Mayor coste** de adquisición.
  - **Menor potencia** a igualdad de cilindrada.
  - **Reparaciones más costosas**.
  - **Mantenimiento más riguroso** y frecuente.

47. Los **motores eléctricos** respecto a los anteriores tienen la **ventaja** de que **no contaminan y son mucho más económicos**, pero tienen el **inconveniente** de su **escasa autonomía**.

Dentro de los **motores eléctricos** pueden distinguirse los instalados en los automóviles versión **"taxi" o "urbanos"** de transporte público de viajeros y los de alquiler de **"autoservicio"**.

Sin embargo, mientras las **baterías** no sean realmente **eficaces**, esta clase de vehículos con motor exclusivamente eléctrico **no** tendrán demasiada **aceptación**.

48. Los **motores de explosión** se utilizan, generalmente, en los **turismos** particulares y los de **combustión** en los **vehículos industriales**.

Los motores **eléctricos prácticamente no se emplean**, salvo para aquellos vehículos que realizan recorridos relativamente cortos y especialmente en **recintos cerrados**.

Los motores de **explosión y los de combustión** pueden ser **alternativos** (los más utilizados) de dos o de cuatro tiempos y los **rotativos**, wankel y turbinas.

## CONSTITUCION DE LOS ELEMENTOS DEL MOTOR

49. Los **elementos** del **motor** que forman su constitución, pueden dividirse en los siguientes órganos más elementales:
- **ELEMENTOS FIJOS**, que son los que componen el **armazón y la estructura externa del motor**, cuya **misión** es la de **alojar, sujetar y tapar** a otros elementos del conjunto, como:
    - **EL BLOQUE MOTOR.**
    - **LA CULATA Y SU JUNTA DE CULATA.**
    - **EL CARTER Y SU JUNTA DEL CARTER.**
    - **LA TAPA DE BALANCINES.**
  - 50. - **ELEMENTOS MOVILES**, que son los encargados de transformar la energía química del carburante en energía mecánica, como:
    - **LOS PISTONES.**
    - **LAS BIELAS.**
    - **EL CIGÜEÑAL.**
    - **EL VOLANTE DE INERCIA.**

## SITUACION DE LAS PIEZAS MAS GENERALES

51. La **culata** está situada en la parte superior del bloque, y, entre ésta y el bloque, hay una junta llamada "**junta de culata**".

El **bloque motor** es la parte central del conjunto.

El **cárter** está situado en la parte inferior del bloque motor, y, entre éste y el bloque, hay una junta llamada "**junta del cárter**".

### TAPA DE BALANCINES

### CULATA

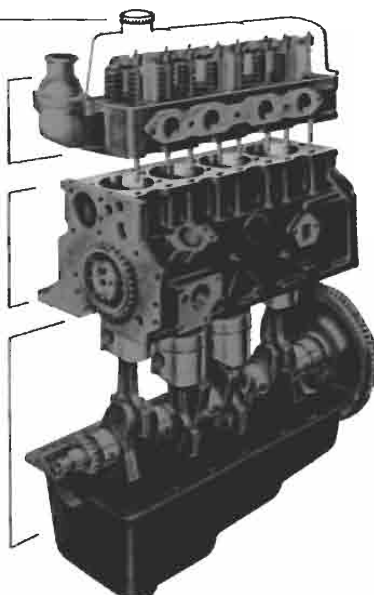
- Válvulas
- Cámara de compresión

### BLOQUE

- Cilindros
- Pistones
- Camisas de agua

### CARTER

- Cigüeñal entre el bloque y el cárter
- Volante fuera del cárter
- Depósito del aceite

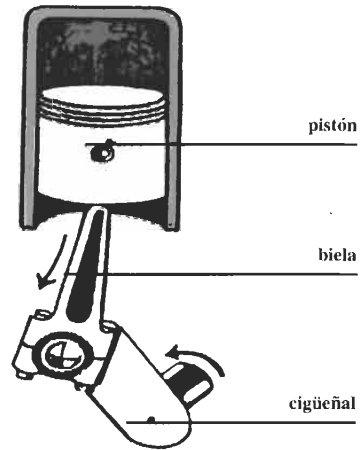


Situación de las piezas generales del motor.

## FUNCIONAMIENTO DE LAS PIEZAS

52. Básicamente, el funcionamiento de un **motor alternativo** consiste en que la **cámara**, formada por las paredes del cilindro, la cabeza del pistón y la parte inferior de la culata, está cerrada y se **llena de una mezcla** (aire y carburante), que al arder ejerce una fuerza sobre el pistón, desplazándolo.

Este movimiento, que es **rectilíneo**, se recoge y transforma en movimiento **circular** mediante un mecanismo cinemático **biela-cigüeñal**.



Funcionamiento básico de un motor alternativo

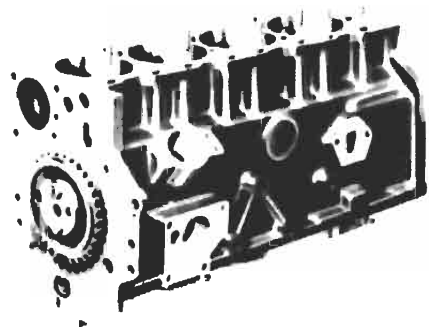
## PIEZAS DEL MOTOR

### PARTES FIJAS

#### BLOQUE MOTOR

53. Es el **elemento principal** del motor donde se fijan los restantes elementos, cuya forma puede ser muy variada, dependiendo del número y la disposición de los cilindros, siendo el más empleado el de **CUATRO CILINDROS EN LÍNEA**.

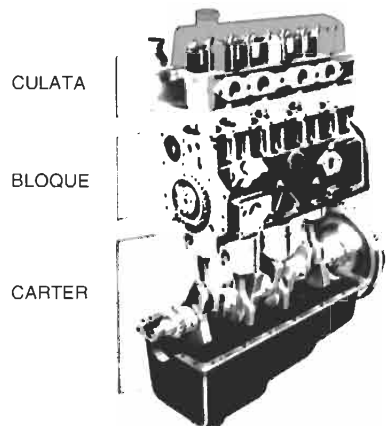
Se emplean **más de un cilindro**, aun para la misma cilindrada, para lograr una **marcha más regular** del motor. Con un solo cilindro sería muy irregular.



Bloque motor de cuatro cilindros en línea.

54. En la **parte superior**, del bloque se une la **culata**, asegurando una perfecta estanqueidad por medio de una junta de culata.

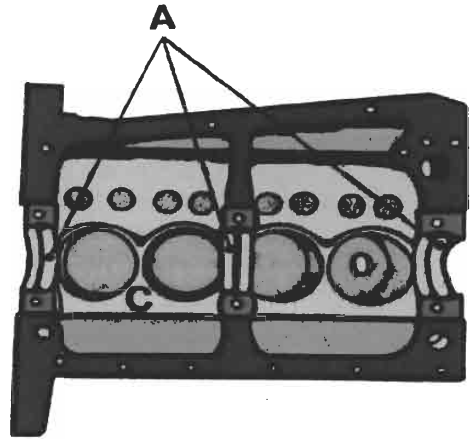
En su **parte inferior** se une el **cárter** mediante una junta de estanqueidad.



Conjunto culata-bloque-cárter

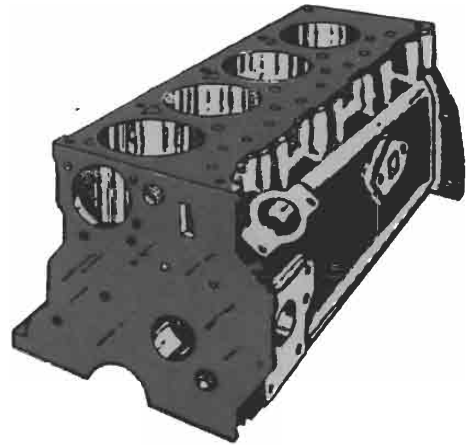
55. El bloque motor dispone además de:

- **Un orificio** para el acoplamiento de la **bomba de refrigeración**.
- **Cavidades** interiores para que circule el **líquido refrigerante**.
- **Orificios** para los órganos de **distribución**.
- **Apoyos del cigüeñal**.
- **Apoyos** del árbol de levas (sistema OHV)
- **Otros acoplamientos** (bomba de alimentación, distribuidor y filtro de aceite).

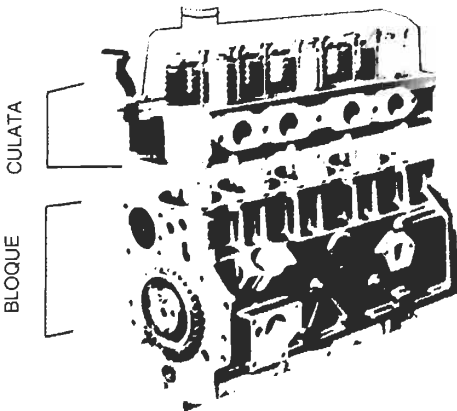


Vista interior de un bloque motor de cuatro cilindros en línea.  
A. Apoyos. C. Cavidades interiores. O. Cilindros.

56. La **parte principal** del **bloque** motor la forman los **cilindros**, a lo largo de los cuales se desplaza el **pistón** en un movimiento lineal alternativo entre sus posiciones extremas, **Punto Muerto Superior (PMS)** y **Punto Muerto Inferior (PMI)**.



Oquedades de los cilindros en un bloque de un motor de cuatro tiempos



El bloque se encuentra cerrado por su parte superior por la culata

57. El **bloque** se encuentra cerrado por su **parte superior** por la **culata**, formando con ésta una **cámara** donde se introduce y se comprime la mezcla o sólo aire, según sea el motor de explosión o de combustión, y en donde se desarrollan las diferentes fases de su ciclo.

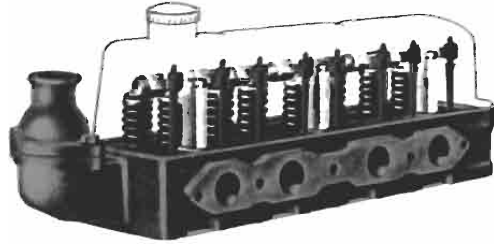
58. En los **motores modernos**, entre el **cilindro** realizado en el **bloque** y el **pistón**, se introduce un **cilindro** de materiales especiales denominado "**camisa**", que puede ser **húmeda** (el agua circula por su interior) o **seca** (el agua circula exteriormente).

El uso de las **camisas** hace que se puedan emplear **aleaciones ligeras** de aluminio en la fabricación de los **bloques**, con lo que disminuye su peso, además de otras ventajas. También se emplea la fundición gris o hierro fundido.



## CULATA

59. La **culata**, situada en la **parte superior** del **bloque** motor y fijada a éste mediante tornillos o espárragos, cierra los cilindros formando con éstos una **cámara** donde se desarrolla el ciclo de trabajo, llamada **cámara de compresión o combustión**, alrededor de la cual también circula el líquido refrigerante a través de unas oquedades enfrentadas con las del bloque.



Culata de un bloque de cuatro cilindros en línea. La cámara de compresión o explosión o combustión está situada en la parte inferior de la culata.

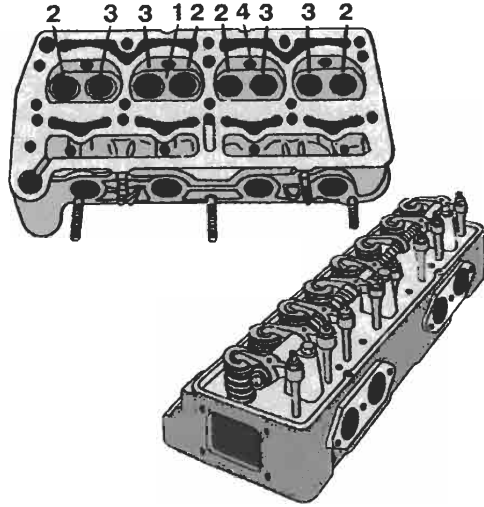
También tiene unos **orificios** destinados a los órganos de **distribución**, a las **bujías** o, en su caso, a los **inyectores** y a su fijación en el bloque.

60. Según la diversidad de motores, **se distinguen** varios tipos de culata, generalmente contruidos de aleación ligera de aluminio:

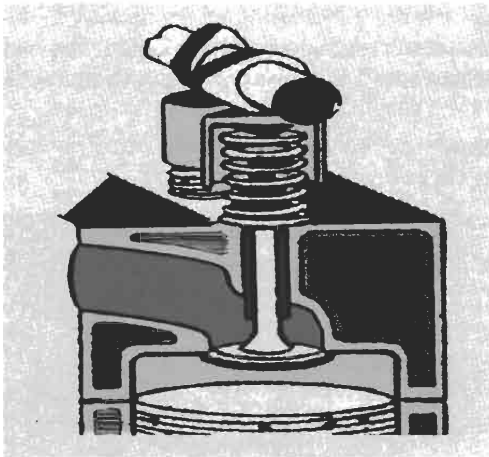
### CULATA PARA MOTORES DE CUATRO TIEMPOS

De difícil diseño, debido a la cantidad de orificios que tiene practicados, clasificándose en:

61. 1. **Culata para motor con válvulas en cabeza y árbol de levas lateral**, que comporta las cámaras de refrigeración, los orificios (colectores) de admisión y escape y otros.



Culata para motor con válvulas en cabeza y árbol de levas lateral. 1 Cámara de combustión. 2 Conducto de escape. 3 Conducto de admisión. 4 Otros alojamientos.



Culata para motor con válvulas en cabeza y árbol de levas en cabeza

62. 2. **Culata para motor con válvulas en cabeza y árbol de levas en cabeza**. En este caso el bloque queda muy simplificado, pero no la culata que se convierte en un órgano muy caro y delicado. Actualmente **se está adaptando esta solución**, dado que el mando de la distribución queda simplificado al máximo.

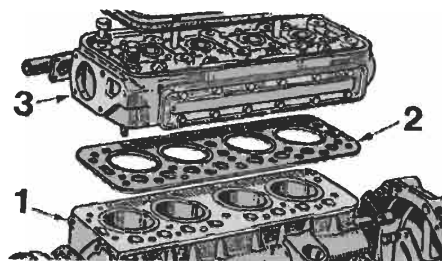
63. Las **culatas** también se definen según sea la **cámara de combustión** que forman, teniendo influencia en la potencia y rendimiento del motor. Las más empleadas son:
- **Cámara cilíndrica** (sencilla y económica).
  - **Cámara hemisférica** (rendimiento en vehículos de altas prestaciones, utilizando normalmente doble árbol de levas).

## JUNTA DE CULATA

64. Entre la culata y la parte superior del bloque motor se interpone una **junta** que asegura la estanqueidad para que los gases de la combustión no pasen a las cámaras de refrigeración.

Las **juntas de culata** se fabrican de material **resistente** a altas temperaturas y difícil de deformar, teniendo en cuenta que **al estar** ésta en **mal estado** podría pasar el **líquido refrigerante al cárter** y el **aceite al líquido refrigerante**. (Véase arts. 372 y 394)

Esta junta lleva **taladros**: para los orificios de los **cilindros**, de las **canalizaciones del aceite** de engrase, para las del **líquido refrigerante**, para los **elementos de la distribución** y para los **espárragos de unión culata-bloque**.



Junta de culata.  
1 Bloque de cilindros. 2 Junta de culata. 3 Culata

## CARTER

65. Situado en la parte **inferior del bloque** se encuentra el **cárter de aceite**, encargado de contener el aceite de lubricación del motor (a veces el aceite se encuentra en un depósito exterior), en cuya parte inferior se encuentra el tapón de vaciado del aceite.

El **cárter** no soporta ningún tipo de **esfuerzo**, por lo que se construye de chapa embutida o en aluminio fundido de poco espesor, ayudando a **refrigerar el aceite** de lubricación.

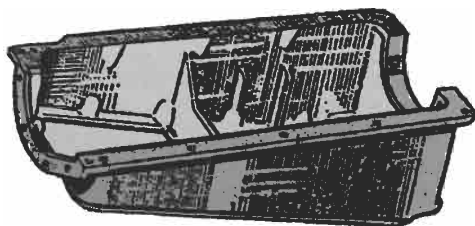
El **conjunto** formado por el **bloque motor y el cárter** de aceite se denomina **CARTER DEL CIGÜEÑAL**, donde se aloja este elemento.

## JUNTA DEL CARTER

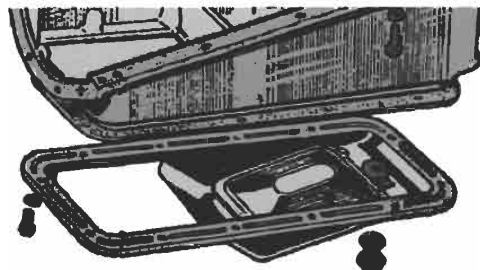
66. El cárter se une al bloque mediante unos tornillos de fijación con una junta de estanqueidad de corcho aglomerado, de papel o de goma, para **evitar las fugas de aceite** del cárter al **exterior**.

El cárter lleva uno o varios **tabiques** en su interior, que evitan la polimerización del aceite y las bruscas **variaciones de nivel** debido a irregularidades del terreno o a frenazos bruscos, lo que asegura una correcta lubricación del motor.

En el **punto más bajo** del cárter se encuentra el **tapón de vaciado**. Para evitar cualquier escape de aceite a través del tapón, se coloca una **junta de cobre** o caucho.



Cárter

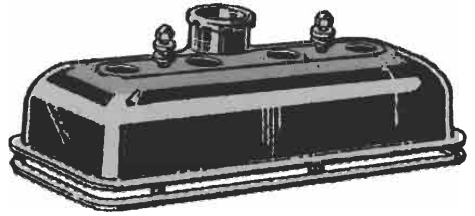


Fijación del cárter.

## TAPA DE BALANCINES

- 67.** Se trata de la pieza fijada a la **parte superior de la culata**, intercalando una junta de estanqueidad, cuya misión es la de **tapar los elementos de la distribución** situados sobre la culata (muelles, válvulas, balancines y, en su caso, árbol de levas).

Se fabrica en chapa embutida y en ella está practicado el **orificio** (el cual se cierra mediante un tapón) de **llenado de aceite** de lubricación que por gravedad caerá al cárter. (Si se trata de cárter seco no se precisa de tal orificio aunque se dispone de él). A veces, se utiliza un tapón a presión para asegurar la estanqueidad y no existan fugas de aceite.



Tapa de balancines

## PARTES MOVILES

### PISTON

- 68.** Es el elemento que, situado en el **interior del cilindro** y unido a la biela mediante un bulón, recibe la fuerza de expansión de los gases provenientes de la combustión, **desplazándose** a lo largo de las paredes del cilindro, cuyo movimiento lineal es **alternativo**, es decir, cambia de sentido. Es de un **material resistente a la vez que ligero** para disminuir las fuerzas de inercia.

### LA MISION DEL PISTON

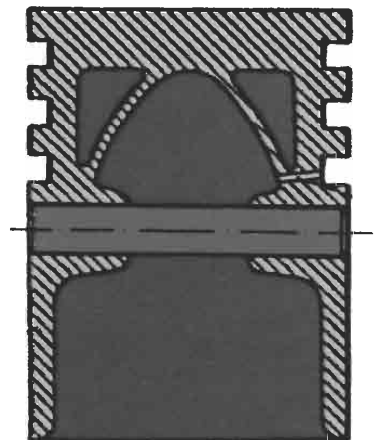
- 69.**
- 1. Mantener cerrada** y estanca la **cámara** de combustión para evitar tanto las fugas de gases de la cámara al cárter como las de aceite del cárter a la cámara de combustión.
  - 2. Transmitir el esfuerzo** de expansión de los gases a la biela.
  - 3. Absorber parte del calor** de la combustión y evacuarlo al sistema de refrigeración.

### DESCRIPCION

- 70.** El **pistón** tiene forma cilíndrica y está formado por una **CABEZA** (en donde hay practicadas unas ranuras o gargantas que alojan los **segmentos** que aseguran la estanqueidad de la cámara y facilitan el montaje del pistón en el cilindro) y una **FALDA** (con un taladro donde se aloja el bulón). La **cabeza** del pistón está dotada de unos **nervios** para aumentar su resistencia y facilitar la **evacuación del calor** por ser la parte que **más se calienta** en el **tiempo** de explosión o **expansión**.

- 71.** Para **evitar el gripaje** del **pistón** al dilatarse por calentamiento o al cabeceo al estar frío, se recurre a construirlo con unos materiales con un coeficiente de dilatación semejante al de los cilindros.

- 72.** La falda del **pistón** está provista de un **corte transversal** (horizontal) que sirve para **lubricar el bulón y limitar** la transmisión de **calor** desde la **cabeza** a la **falda**, la cual se construye de una forma especial para evitar el cabeceo, y con un **corte longitudinal** (vertical) que hace que al dilatarse la falda **no se gripe o agarrote** al cilindro.



Sección de un pistón.

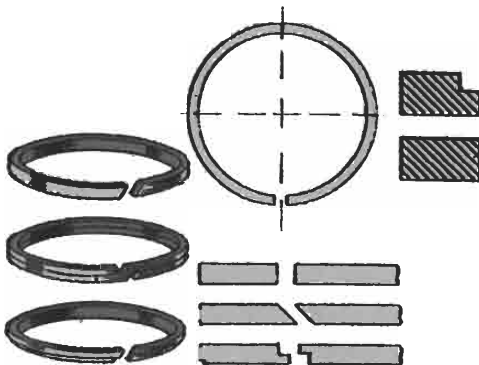
## ELEMENTOS AUXILIARES (SEGMENTOS Y BULÓN) SEGMENTOS

73. Los elementos auxiliares del pistón son:
- Los **segmentos**:
    - De **compresión**.
    - De **engrase**.
  - El **bulón**
74. Los **segmentos** están destinados a hacer **estanca la cámara** de combustión y **evitar** que los **gases** pasen al **cárter** y el **aceite** de éste a la **cámara de combustión**, de lo contrario **habría**:
- **Pérdida de potencia**.
  - **Consumo excesivo** de aceite.
  - **Formación de carbonilla** en la cámara.
  - **Provocación de autoencendido**. (Bujías demasiado calientes o carbonilla encendida en la cámara de explosión).
75. Los **segmentos** tienen forma de aro y están **situados** en unas gargantas (hendiduras) practicadas en la **cabeza del pistón**. Al asegurar ellos la estanqueidad, el diámetro del cilindro es algo mayor que el del pistón.

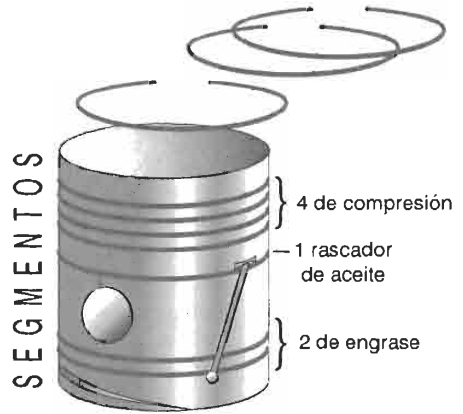
Cumplen, además, una misión de **refrigeración** al transmitir el calor de la cabeza del pistón a la pared de cilindro, absorbiendo la dilatación del pistón.

Estos aros son elásticos, presentando un corte en su estructura que facilita su montaje y se adaptan con fuerza en las paredes del cilindro.

El **número** de segmentos **puede variar** con la compresión o cilindrada del motor, (relación volumétrica) **a más compresión** o cilindrada **más segmentos**.



Segmentos de compresión



Estanqueidad producida por los segmentos  
Véase la ranura transversal y vertical del pistón.  
Hay motores diesel con siete segmentos.

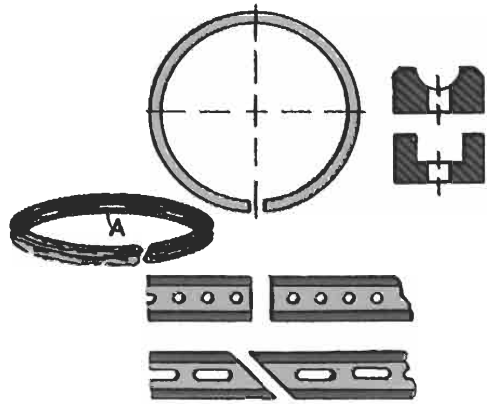


Segmentos

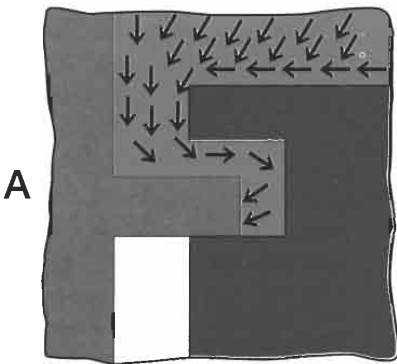
76. Según la misión de los **segmentos**, se clasifican en:

- **SEGMENTOS DE COMPRESION**, que varían en función de la relación de compresión, siendo **dos o tres** generalmente, **situados** en la parte superior de la **cabeza del pistón** y recibiendo el nombre de **segmento de fuego** el colocado **más alto** al estar expuesto a los efectos de la **explosión**. Garantizan la **estanqueidad** entre el cilindro, el pistón y la **cámara de compresión**, **evitando** la **fuga** de los **gases al cárter**. Su posición hace que sean los más afectados por la temperatura, estando recubiertos de cromo poroso para darles mayor resistencia y duración.

- 77. SEGMENTO DE ENGRASE**, conocido también como de "limpieza o rascador de aceite". **Situado debajo de los de compresión** (el más alejado de la cabeza del pistón, en las ranuras más bajas) y con unos taladros u orificios que permiten, al moverse el pistón, recoger el **aceite** de las paredes del cilindro evitando que se queme y enviarlo al interior del pistón, por las **ranuras transversales** practicadas en él, para **lubricar** el bulón y a su vez resbale hacia el cárter.



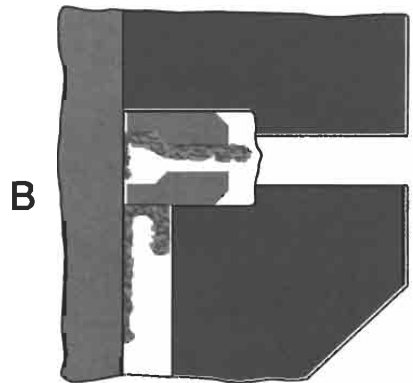
Segmentos de engrase  
A. Taladros u orificios



A

A Compresión.

Misión de los segmentos

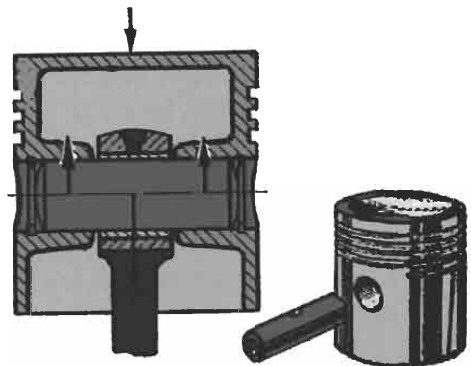


B

B Engrase

## BULON

- 78.** El **bulón** es una pieza cilíndrica y hueca para reducir su peso e inercia. **Une el pie de la biela con el pistón**. Entre la biela y el bulón hay un casquillo antifricción o un cojinete de rodillos. Al transmitir el esfuerzo del pistón a la biela, ha de ser muy duro y elástico.



Unión de la biela con el pistón



## BIELA

**79.** La **biela** es la pieza que **une** o articula **el pistón al árbol motor** o cigüeñal, transmitiendo a éste los esfuerzos que provienen de la combustión de los gases, y serán tantas como cilindros del motor.

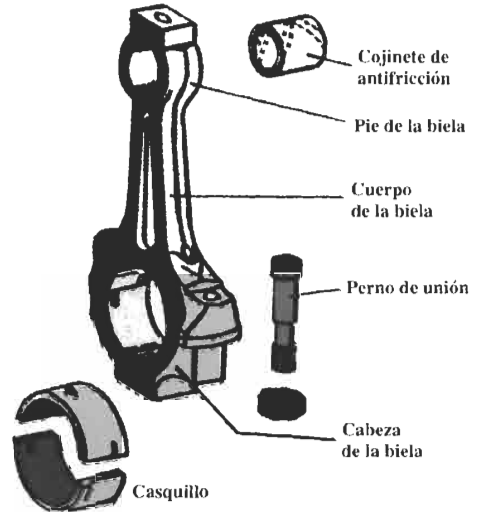
Forma parte de la cadena cinemática que **transforma** el movimiento **lineal alternativo** del pistón en movimiento **rotativo** del cigüeñal (mecanismo biela-cigüeñal).

La biela ha de resistir esfuerzos, tanto de compresión como de flexión.

**80.** Consta de **tres partes** fundamentales:

- **PIE DE BIELA:** Es la parte más estrecha que se une al pistón mediante el bulón, con un casquillo antifricción o un cojinete de rodillos. Tiene un movimiento alternativo de **vaivén**.

**81.** - **CUERPO DE BIELA:** Es la **parte más larga** de la biela, **uniendo el pie y la cabeza**, sometida a grandes esfuerzos tanto de tracción y compresión como de flexión. La sección es variable en su longitud, siendo mayor en la parte de la cabeza. A veces está atravesada por un taladro en toda su longitud para asegurar la lubricación del pie de biela.



Partes de la biela

En el pie de biela no existe un movimiento giratorio sino un movimiento alternativo de vaivén.

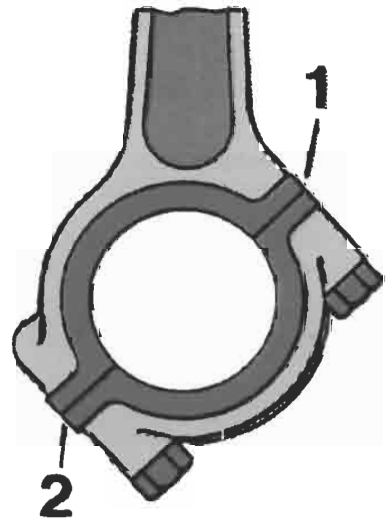
**82.** - **CABEZA DE BIELA:** Es la parte más ancha que se **une a la muñequilla o codo del cigüeñal**, sobre el que gira completamente, formada por dos partes:

- **Semicabeza**, parte fija unida al cuerpo de la biela.

- **Sombrerete**, que se une a la semicabeza mediante tornillos.

Entre ambas partes queda fijada la **muñequilla** del cigüeñal, recubiertas por dos semicojinetes de biela (casquillo antifricción). Junto con el cuerpo de biela, es la **parte que más sufre debido** a su gran **rozamiento**.

La **cabeza de biela se lubrica** (engrasa) por los **orificios** de los **codos del cigüeñal**.



Cabeza de biela con corte inclinado (línea 1-2)

La cabeza de biela respecto al giro del cigüeñal, en un motor de 4 cilindros, durante un ciclo completo (cuatro tiempos) dará dos vueltas al igual que el cigüeñal.

## PICADO DE BIELAS Y GRIPADO (DETONACIÓN)

83. Un **ruido metálico**, seco y claro, como el **choque** entre sí de unas **bolas de acero**, es el típico ruido del "**picado de bielas**", **acentuado al acelerar**, sobre todo cuando el **motor funciona apurado**, cuyas causas pueden ser:
- a) **Exceso de avance al encendido o exceso de compresión.**
  - b) **Detonación a causa de un octanaje escaso del combustible.**
  - c) **Exceso de carbonilla que disminuye el volumen de la cámara de compresión, produciéndose una compresión excesiva.**
84. Un **golpeteo reiterado** parecido a **golpes** sucesivos de **martillo** de tono metálico fuerte, **más acusado al levantar el pie del acelerador**, es síntoma de "**biela fundida**" (gripado o fusión de la parte de antifricción que posee el cojinete de la cabeza de biela). En tal caso hay que **parar inmediatamente el motor**.

## CIGÜEÑAL (ARBOL MOTOR)

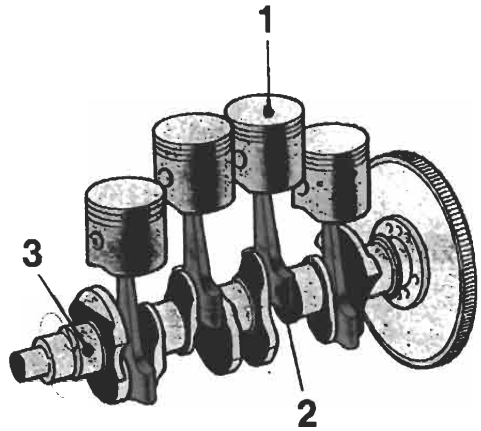
85. Se trata del **eje motor o árbol motor** que recibe el movimiento de la biela y **transforma el movimiento lineal** alternativo del pistón en un **movimiento de rotación**. Los motores tienen un solo cigüeñal.

A su vez **transmite** el giro y **fuerza** motriz a los **demás órganos de transmisión** acoplados al mismo y de ahí a las **ruedas motrices**.

86. Las **partes** que forman el **cigüeñal** son:

- **APOYOS**, que se alojan en los espacios previstos en el bloque y constituyen los puntos de apoyo sobre los que gira. Actualmente se tiende a montar un **número de apoyos igual al número de cilindros más uno en los motores en línea**, es decir, **un motor de 4 cilindros en línea tendrá 5 apoyos**.
- **CODOS O MUÑEQUILLAS**, sobre los que se articulan las cabezas de biela. En los **motores en línea serán tantos como cilindros o bielas**. En los **motores en "V"** serán la **mitad del número de cilindros** del motor (uno por cada dos bielas).

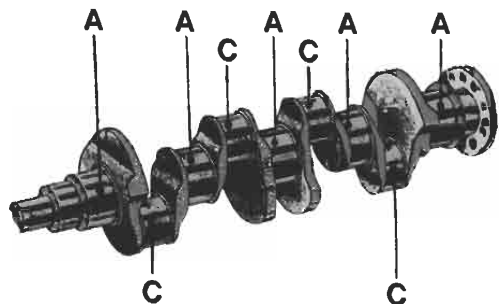
87. - **COJINETES O CASQUILLOS**, piezas que sirven de **rodamiento** o intermedio **entre los apoyos** del bloque y los del **cigüeñal**, así como entre las **cabezas de biela** y las **muñequillas**. Están formados por **material anti-fricción** con acanaladuras para la lubricación.
- **CONTRAPESOS**, que aseguran un **equilibrio** perfecto del **cigüeñal**, colocados en la **prolongación de los codos y opuestas a ellos**.



Funcionamiento del cigüeñal

1. Pistón. 2. Bielas. 3. Cigüeñal.

En un ciclo completo de un motor de cuatro tiempos el cigüeñal dará, en todo caso, dos vueltas, es decir, media vuelta por cada carrera del pistón. (PMI al PMS)



Disposición de los codos del cigüeñal

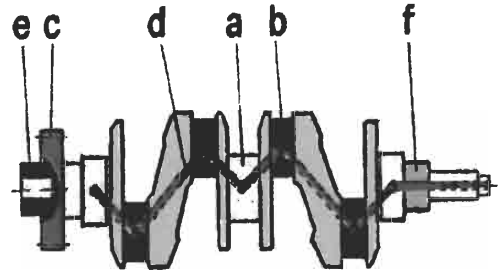
A. Apoyos. C. Codos.

88. El **cigüeñal** también se encarga de **accionar** una serie de sistemas y elementos como:

- **Distribución.**
- **Encendido.**
- **Refrigeración.**
- **Generador.**
- **Otros elementos** auxiliares, como aire acondicionado, dirección asistida, sistemas de frenos y compresor, en caso de que lo llevará el vehículo.

89. La **lubricación del cigüeñal** se realiza **a través** de unos **orificios** practicados en su longitud por donde circula el aceite que lubrica a todos los elementos que lo necesitan (apoyos, muñequillas, etc.)

El **cigüeñal** gira impulsado **por la expansión de los gases** que se produce en la combustión en el **tiempo motor** cuando el motor está en marcha.



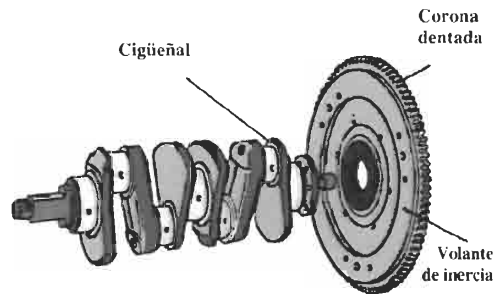
Partes del cigüeñal.  
**a** Apoyos. **b** Muñequilla. **c** Plato del volante.  
**d** Canalizaciones de lubricación. **e** Asiento del eje primario.  
**f** Asiento del piñón que acciona el árbol de levas.

## VOLANTE DE INERCIA (VOLANTE MOTOR)

90. El **cigüeñal** lleva acoplado en un extremo un **disco** de gran peso que está fijado en él mediante tornillos, fuera del carter, llamando **volante de inercia**.

El **volante** lleva en su parte exterior una **corona dentada**, que sirve para que engrane el piñón del **motor de arranque**.

En el **otro extremo** del **cigüeñal** hay un **piñón** destinado a mover el **árbol de levas** y una polea, en su caso, para **mover la bomba** de agua y el **generador**.



Volante de inercia

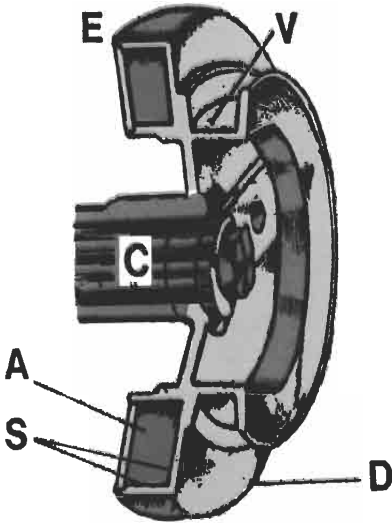
91. La función del **volante** de inercia es **regularizar** el funcionamiento del **motor** (vencer los puntos muertos y la compresión de los gases), dado que su giro es irregular, ya que de los cuatro tiempos del ciclo sólo produce trabajo uno de ellos y el resto son resistentes.

El tamaño del **volante** será menor cuanto mayor sea el número de cilindros del motor (a más cilindros más tiempos de trabajo seguidos).

La cara exterior del volante es plana para la fijación del mecanismo de embrague.

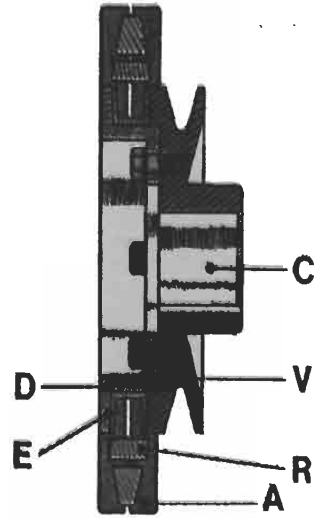
## DAMPER

92. En el **extremo opuesto** al del **volante** de inercia se monta un **disco antivibrador o d mper** para **absorber** o compensar las **vibraciones** y oscilaciones del **cigüeñal**, sobre todo cuando el número de cilindros es elevado o el cigüeñal es muy largo.



Dámper fluido

En el extremo del Cigüeñal (C) se monta la pieza (D) compuesta de la polea (V) para el ventilador y de un anillo (E) dentro del cual va el aro pesado (A), llenando los huecos (S) un líquido espeso llamado silicón líquido. La acción de amortiguamiento se produce porque la inercia de (A) para seguir las vibraciones (E) frena éstas y las del cigüeñal, gracias al líquido que une (A) con (E).



Dámper mecánico

En el extremo libre del cigüeñal (C) se monta la polea (V) para la correa del ventilador y adosada a ella la pieza (D). Entre (D) y (V) encaja contra el revestimiento (E) de amianto o ferodo, el anillo (A) por resortes (R). Cuando hay vibraciones, el movimiento relativo entre (A) y (D) hace frotar (D) contra (E) amortigu ndolas.

# TEMA III

## SISTEMA DE DISTRIBUCION

93. El sistema de **distribución** es el conjunto de órganos que **aseguran**, en el momento preciso, la **apertura y el cierre** de los orificios de **admisión y de escape**, (entrada y salida de los gases en el cilindro) y de ello dependerá el correcto funcionamiento del motor.

### CAMARA DE COMPRESION

94. La **cámara de compresión** es el lugar donde quedan comprimidos los gases, una vez que el **pistón** haya alcanzado el **P.M.S.**

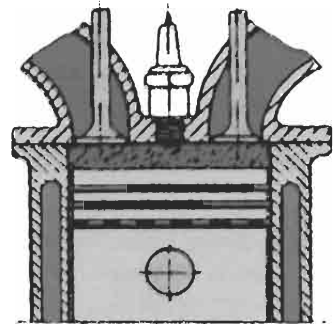
La cantidad de **gases comprimidos** en la cámara **es igual** a la cantidad de **gases admitidos**.

### TIPOS DE CAMARA DE COMPRESION

95. La forma de las **cámaras de compresión** determina las características de la **culata**, siendo un elemento fundamental en el rendimiento y en la potencia del motor.

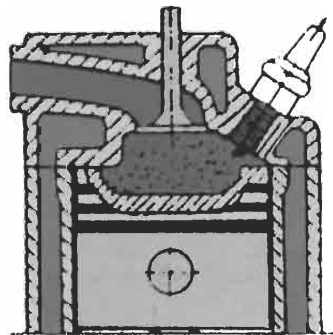
96. Las **cámaras de compresión**, situadas en la parte inferior de la **culata**, se clasifican por su geometría, en:

97. **CAMARA CILINDRICA:** Es la cámara **más utilizada**, sencilla, económica y de buen funcionamiento y rendimiento óptimo.



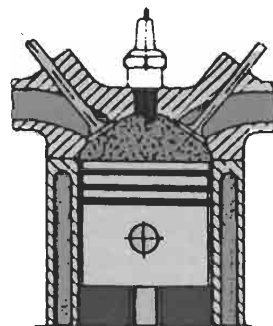
Cámara cilíndrica

98. **CAMARA DE PISTON:** Es un diseño de **cámara** practicada en la **cabeza del pistón**, siendo la culata plana. Apropriada para **altas relaciones de compresión**, **utilizada** en motores cuadrados o supercuadrados y en los **motores Diesel con mayor frecuencia**.



Cámara de pistón

- 99. CÁMARA HEMISFÉRICA:** Esta cámara consigue una buena combustión empleándose en **motores de elevado rendimiento** ya que admite válvulas de grandes dimensiones, por lo que se consigue un **mejor llenado de los cilindros**. Tiene el inconveniente que **necesita dos árboles de levas**, aunque no siempre.



Cámara hemisférica

## ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

- 100.** En el **sistema de distribución** se distinguen dos tipos de órganos, clasificándose según su función, en:

**A) ORGANOS INTERIORES**, que intervienen en la **admisión** y en el **escape** de los gases. Son las **VALVULAS DE ADMISION Y LAS DE ESCAPE**.

**B) ORGANOS EXTERIORES**, que son el conjunto de **mecanismos** que sirven de **enlace** entre el **cigüeñal** (eje motor) y las **válvulas**. Son **EL ARBOL DE LEVAS, SISTEMA DE MANDOS, TAQUES (EMPUJADORES) Y BALANCINES**. Existe algún tipo de sistema que carece de alguno de estos elementos.

En conjunto tienen la **función de regular la entrada de los gases frescos y la salida de los quemados**.

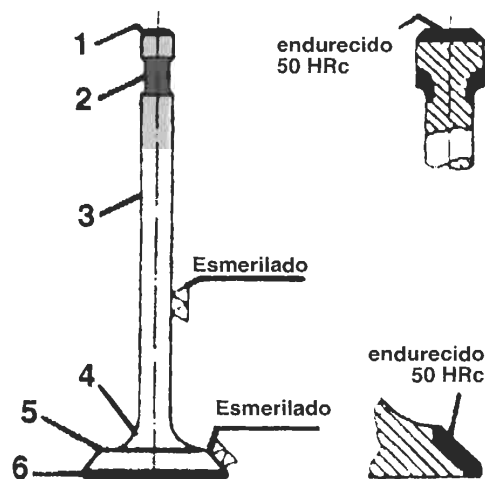
## VALVULAS (ORGANO INTERIOR)

- 101.** Las **válvulas** constan, principalmente, de una **cabeza** (plato) y de un **vástago** (cola). La **cabeza se sitúa sobre** el asiento de la culata consiguiendo un **cierre hermético** de los **orificios** de comunicación entre el **cilindro y los colectores** de admisión y escape y transmitiendo parte de su calor acumulado.

Su diámetro y desplazamiento determinan la sección de paso (admisión y escape). **Cada cilindro tiene dos válvulas** como mínimo: **admisión y escape**, cuya disposición varía con el fabricante.

- 102.** Las **válvulas**, durante el funcionamiento tienen un **desgaste** debido a que:

- La **cabeza**, cada vez que se cierra, sufre un choque.
- El **vástago** soporta los choques de los balancines.
- El **calor** provoca su dilatación.

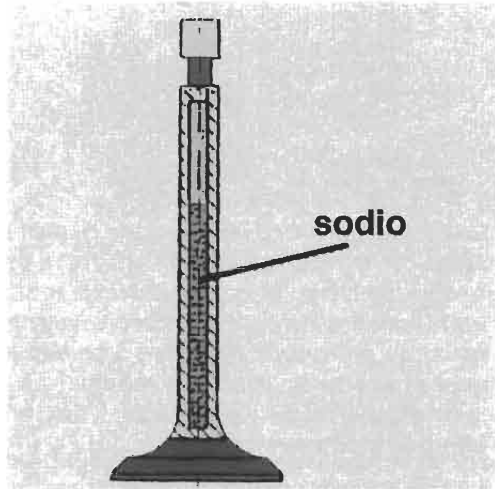


Partes de una válvula

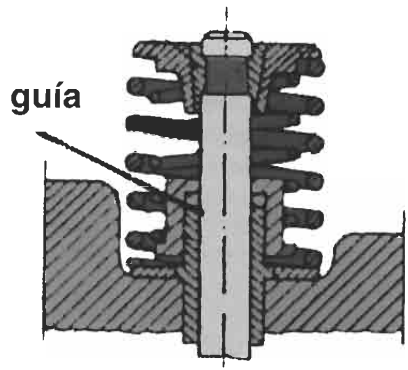
1. Challán. 2. Acanaladura. 3. Vástago. 4. Acanaladura. 5. Asiento cónico. 6. Platillo

## REFRIGERACION DE LAS VALVULAS

**103.** Las **válvulas**, especialmente la de **escape**, deben estar perfectamente **refrigeradas**, debido a las **altas temperaturas** que han de soportar a la salida de los gases calientes (la de escape hasta  $1.000^{\circ}\text{C}$ . que es la que antes se deteriora).



Válvula refrigerada por sodio



Guía de la válvula

**104.** Su **refrigeración** se hace **a través** de las **guías** y de los **asientos**. En algunas, especialmente la de **escape**, se refrigeran **con sodio**, para lo cual el **vástago** de la válvula se fabrica **hueco** y se rellena de **sodio sólido**, que al calentarse se funde y refrigera.

Generalmente la **cabeza** de la **válvula** de **admisión** es de **mayor diámetro**, para que entren mejor los gases, que la de la válvula de **escape**, que es **más pequeña y robusta** para que **evacúe** mejor el **calor y resista** las altas temperaturas a que está sometida.

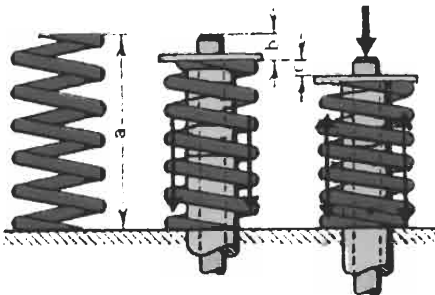
**105.** Como **anexos** de las **válvulas** están:

- El muelle.
- La guía.
- El asiento.

## MUELLE

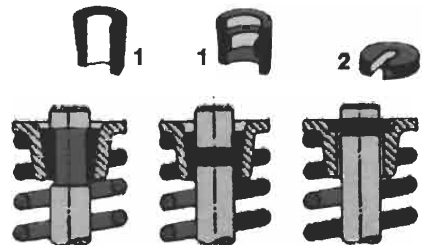
**106.** Cuando las **levas** del árbol de levas se encuentran en **reposo** (no actúan), la **misión** de los **muelles** es **mantener la válvula cerrada** en su alojamiento permitiendo, a los órganos exteriores, el accionamiento progresivo y continuo de la válvula.

El **muelle** se **monta sobre la válvula** de tal forma que tiende a que ésta esté apoyada sobre su asiento, **trabajando a torsión** siendo de **forma helicoidal cilíndrica**. Se **apoya en la culata** por uno de sus extremos y la **unión muelle-vástago** se hace por medio de unos **semiconos** en la acanaladura.



Funcionamiento de un muelle de válvula.

a. Longitud del muelle. b. Tensión previa. c. Trayectoria elástica

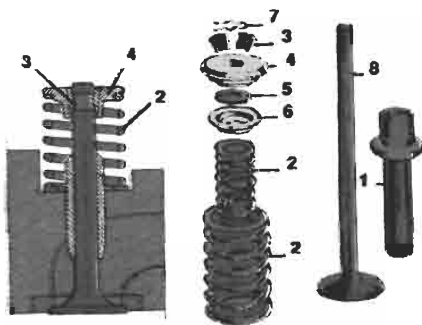


Montaje del muelle

1. Pieza cónica. 2. Disco de sujeción.

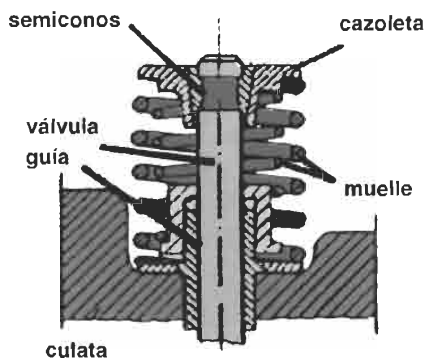
## GUIA DE VALVULA

- 107.** Para **evitar un desgaste** prematuro de los **orificios** practicados en la culata por donde se mueven los vástagos o colas de las válvulas, **se dota** a dichos orificios de **unos casquillos** de guiado llamados **"guías de válvulas"**, resistentes al desgaste, permitiendo que la válvula quede bien centrada y guiada.



Montaje y despiece de los órganos interiores.

1. Guía de la válvula. 2. Muelle o muelles. 3. Semiconos. 4. Cazoleta fijación muelle. 5. Retén. 6. Cazoleta retén aceite. 7. Clips. 8. Válvula.



Unión vástago-muelle

- 108.** Las **guías** han de ser **sustituidas** cuando el **juego** con el vástago de la válvula se hace **excesivo**, momento en que **penetrará aceite en la cámara de combustión** produciendo carbonilla (válvula de admisión) o **se expulsará el aceite** por el tubo de **escape** (válvula de escape), pudiendo dar lugar al **autoencendido y detonación**.

Las **guías** han de tener una buena **conductibilidad** del calor para **refrigerar** las **válvulas** a través de ellas.

## ASIENTOS DE VALVULA

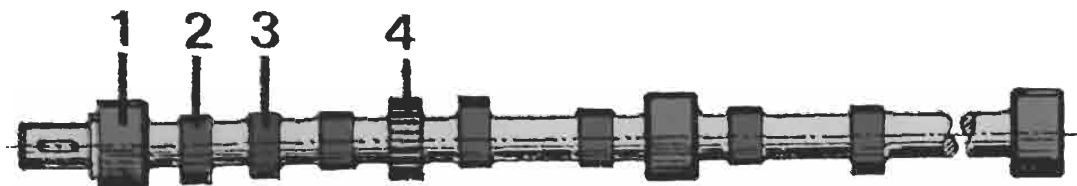
- 109.** Son unos **anillos** o piezas colocadas a presión en los **orificios** de la **culata** para aumentar la superficie de asiento y **evitar su deterioro** debido al contacto con una superficie de un metal tan duro como es la válvula. Cuando estos **anillos no aseguran un correcto cierre** han de ser **sustituidos**.

## ARBOL DE LEVAS (ORGANO EXTERIOR)

- 110.** Es el **eje que manda el movimiento** de los órganos de la **distribución**, conocido también como **"eje de distribución"** o **"árbol de distribución"** pudiendo estar **situado** en el bloque de cilindros o en la culata según sea el sistema de accionamiento. Es el encargado de **regular** que la **apertura** de las **válvulas**, se produzca en el **momento adecuado**.

**Sobre el árbol** de levas van dispuestas las **levas**, una por cada **válvula**. Al igual que el cigüeñal, lleva apoyos para evitar vibraciones y deformaciones.

**Todo motor** de cuatro tiempos debe tener, **al menos, un árbol de levas**.



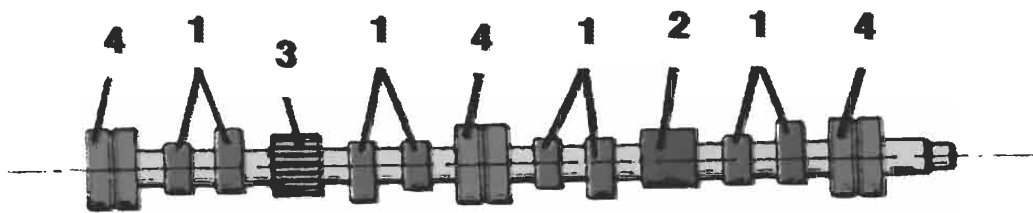
Árbol de levas

1. Apoyo 2. Levas. 3. Disco de excéntrica. 4. Rueda dentada



**111. Las levas**, que forman un cierto ángulo entre sí, **accionan** (abren) **a las válvulas** en el momento adecuado y durante el tiempo preciso. (Una vez la de admisión y otra la de escape en cada ciclo completo).

Además, si el **árbol** de levas está en el bloque motor lleva una **excéntrica** para la **bomba de alimentación** (mecánica), **un piñón** para el **distribuidor** y otro para la **bomba de lubricación**.



Árbol de levas

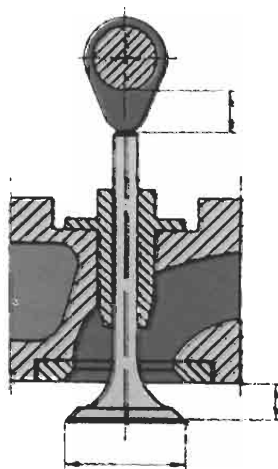
1. Levas. 2. Excéntrica, mando de la bomba de carburante. 3. Piñón de arrastre distribuidor. 4. Apoyos

## LEVAS

**112.** Son las que, por su excentricidad, **accionan** los elementos encargados de **abrir las válvulas**.

**Al girar el árbol de levas** la parte excéntrica de la leva **entra en contacto con el vástago de la válvula, varilla empujadora u otro elemento**, y lo empuja **abriendo el orificio** (válvula abierta). (Véase art.128).

Cuando la leva **no está en contacto** con el vástago **no vence la fuerza del muelle** (válvula cerrada).



Leva en acción

Para que la válvula no esté abierta durante media vuelta del árbol de levas se le da un juego conocido como "juego de taqués". (Véase art. 128)

## SISTEMA DE MANDO DEL ARBOL DE LEVAS

**113.** El **árbol de levas** recibe el movimiento del **cigüeñal** mediante diferentes sistemas de transmisión.

El **piñón** acoplado al **árbol de levas** tiene el **doble de dientes** que el **piñón** acoplado al **cigüeñal**.

Cuando el **árbol de levas** gira lo hace **a la mitad de revoluciones que el cigüeñal**, es decir, por **cada dos vueltas del cigüeñal el árbol de levas da una**. (Una vuelta por cada ciclo completo o un cuarto de vuelta por cada carrera del pistón).

Los **sistemas de transmisión** del movimiento del cigüeñal al árbol de levas son por:

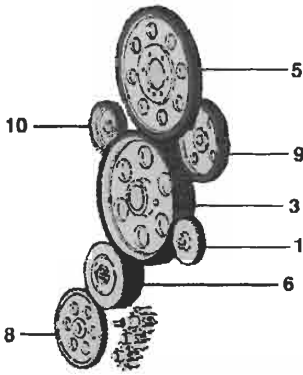
**a) Ruedas dentadas** (Piñones). (Distancia entre ejes pequeña).

**b) Cadena**. (Distancia entre ejes grande).

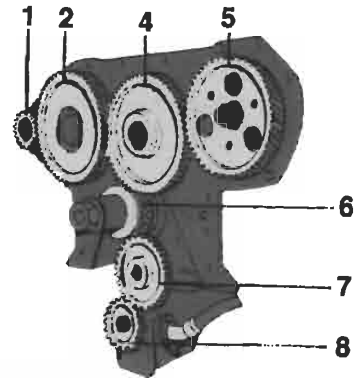
**c) Correa dentada** (muy utilizada en vehículos utilitarios de serie). (Distancia entre ejes grande).

## TRANSMISION POR RUEDAS DENTADAS (PIÑONES)

**114. Se utiliza** cuando la **distancia** entre los ejes **es pequeña** (árbol de levas lateral), pudiendo emplearse un **piñón intermedio** (rueda dentada) que **invierte el sentido** del movimiento respecto al sistema de dos piñones o ruedas.



Por dos piñones



Con piñón intermedio

Transmision por ruedas dentadas

1 Piñón de bomba de dirección. 2 Piñón del eje del árbol de levas. 3 y 4 Piñón intermedio. 5 Piñón de mando de bomba de inyección. 6 Piñón de cigüeñal. 7 Piñón intermedio mando bomba de aceite. 8 Piñón de bomba de aceite. 9 Piñón de compresor. 10 Piñón de bomba de agua.

**115. En el sistema de dos piñones el cigüeñal y el árbol de levas giran en sentido contrario** y en el de **piñón intermedio giran en el mismo sentido**. El **piñón** acoplado al **cigüeñal** tendrá la **mitad de dientes** que el **piñón** acoplado al **árbol de levas**.

Los **dientes** de los **piñones** pueden ser rectos (muy ruidosos y de poca duración) o en ángulo o **helicoidales** (menos ruidosos y de transmisión más continua) bañados en aceite en un cárter o tapa de distribución.

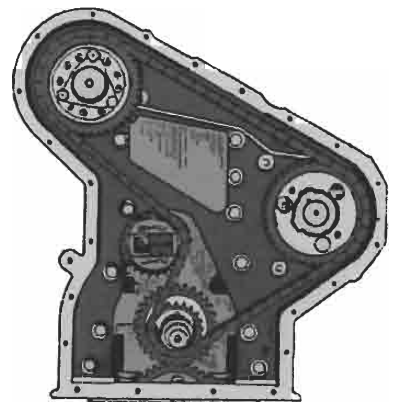
**Sistema empleado principalmente en vehículos industriales.**

## TRANSMISION POR CADENA

**116. Se utiliza como alternativa**, al caso de existir **piñón intermedio**, si se quiere que el **cigüeñal y el árbol de levas giren en el mismo sentido**, y mediante piñones es imposible.

Al no estar en contacto los dientes entre sí disminuyen los desgastes y ruidos.

- **Sistema poco ruidoso.**
- **Fiabilidad y solidez limitada.**
- **Montaje complejo** para arrastrar la bomba de inyección.
- **Riesgo de fuga de aceite.**



Transmisión por cadena

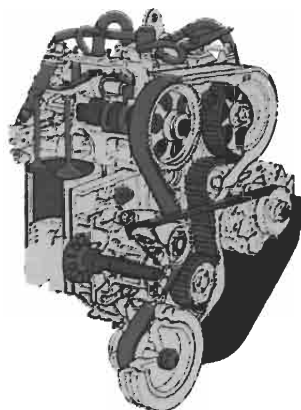
## TRANSMISION POR CORREA DENTADA

- 117.** Sistema sencillo, limpio y económico, **empleado mucho actualmente.**

Se trata de una **correa** provista de **dientes** de sección **rectangulares** en su parte interior, que **engranan** con los **dientes de los piñones**, tanto del **cigüeñal** como del **árbol de levas**, girando en el mismo sentido.

Es muy **importante** que la **tensión** de la correa **sea la correcta** para que no haya pérdidas.

- **Funcionamiento silencioso** de sustitución más fácil que el sistema por cadena.
- **Sin cárter de estanqueidad** de distribución.
- **Fácil reparación.**



Transmisión por correa dentada

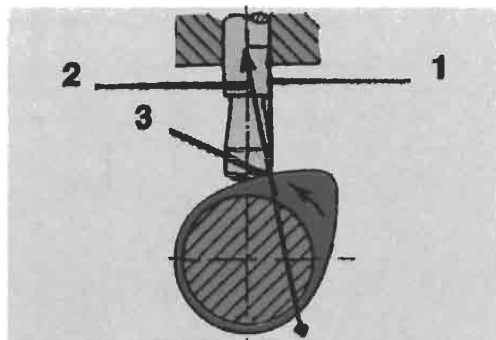
- 118.** Si bien, **este sistema** resulta muy económico por su simplicidad, se debe **tener muy en cuenta** que la **vida** de la **correa dentada** **es mucho más corta** que el resto de los sistemas.

Su **reposición** se efectúa **fácilmente** por estar montada exteriormente al no precisar estar bañada en aceite. Al **reponerse** se debe **observar** la coincidencia de las **marcas** que existen en ambas **ruedas** para el **reglaje de la distribución**. El **mantenimiento** consiste simplemente en **revisar la correa dentada periódicamente** por si pudiera estar **dañada**, pues de romperse ocasionaría **graves daños** al **motor**. Deberá  **cambiarse** cuando lo **indique el fabricante**.

## TAQUES

- 119.** Se trata de los **elementos de la distribución** **interpuestos entre la leva y la válvula** (accionamiento directo-árbol de levas en culata) **o entre la leva y la varilla empujadora** (accionamiento indirecto-árbol de levas lateral), debiendo **existir** siempre un cierto **juego** para **permitir** la **dilatación** del **vástago** de las **válvulas**.

Los taqués han de ser muy duros para poder soportar elevadas presiones. (Véase art. 128)



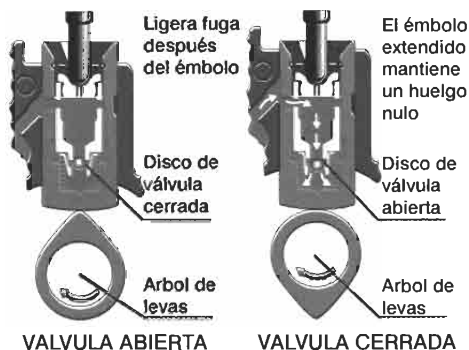
Acción leva-válvula

1. Presión levantamiento. 2. Presión de la leva. 3. Presión lateral

- 120.** Actualmente se utilizan mucho los **taqués hidráulicos** (dispositivo hidráulico situado en su interior) **que carecen de reglaje.**

La **presión** del líquido **empuja el émbolo y resorte contra el vástago** de la válvula **o varilla empujadora**, manteniendo el taqué contra el entorno de la leva.

Son lubricados por el propio sistema de engrase o por una bomba auxiliar específica.

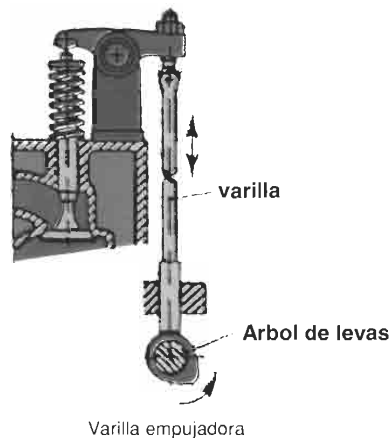


Taqués hidráulicos

## VARILLAS EMPUJADORAS

- 121.** Son las encargadas de transmitir el movimiento desde el árbol de levas al balancín.

Son de **acero al carbono** de alta resistencia o aleación ligera.



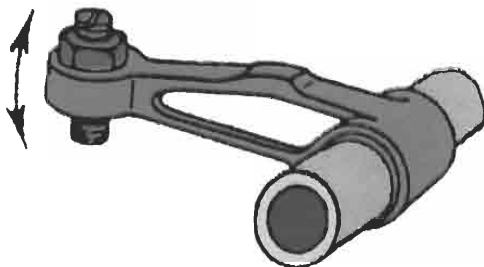
## BALANCINES

- 122.** Son unas palancas que transmiten el movimiento de la leva a la válvula, pudiendo ser **oscilantes o basculantes**.

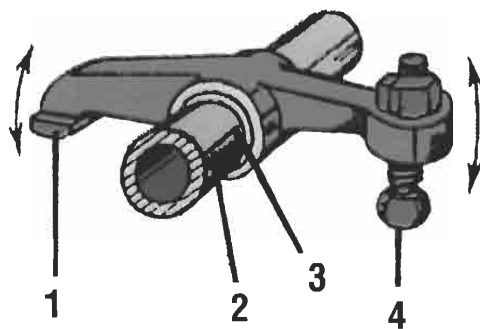
Los **oscilantes** sólo tienen un brazo de palanca, cuyo sistema carece de varilla empujadora, empleado con el **árbol de levas en culata**.

Los **basculantes** se emplean con el **árbol de levas lateral** y varillas empujadoras.

Ambos sistemas se **lubrican** a través del **árbol de balancines**.



Balancin oscilante



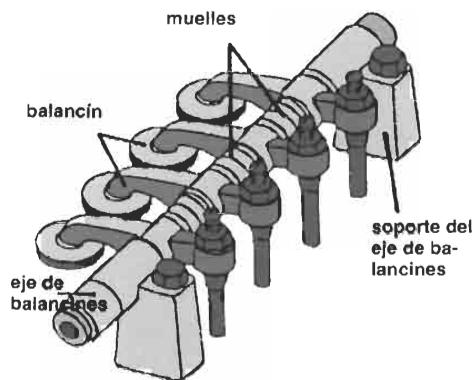
Balancin basculante

1. Leva o martillo. 2. Eje hueco. 3. Manguito. 4. Tornillo de ajuste

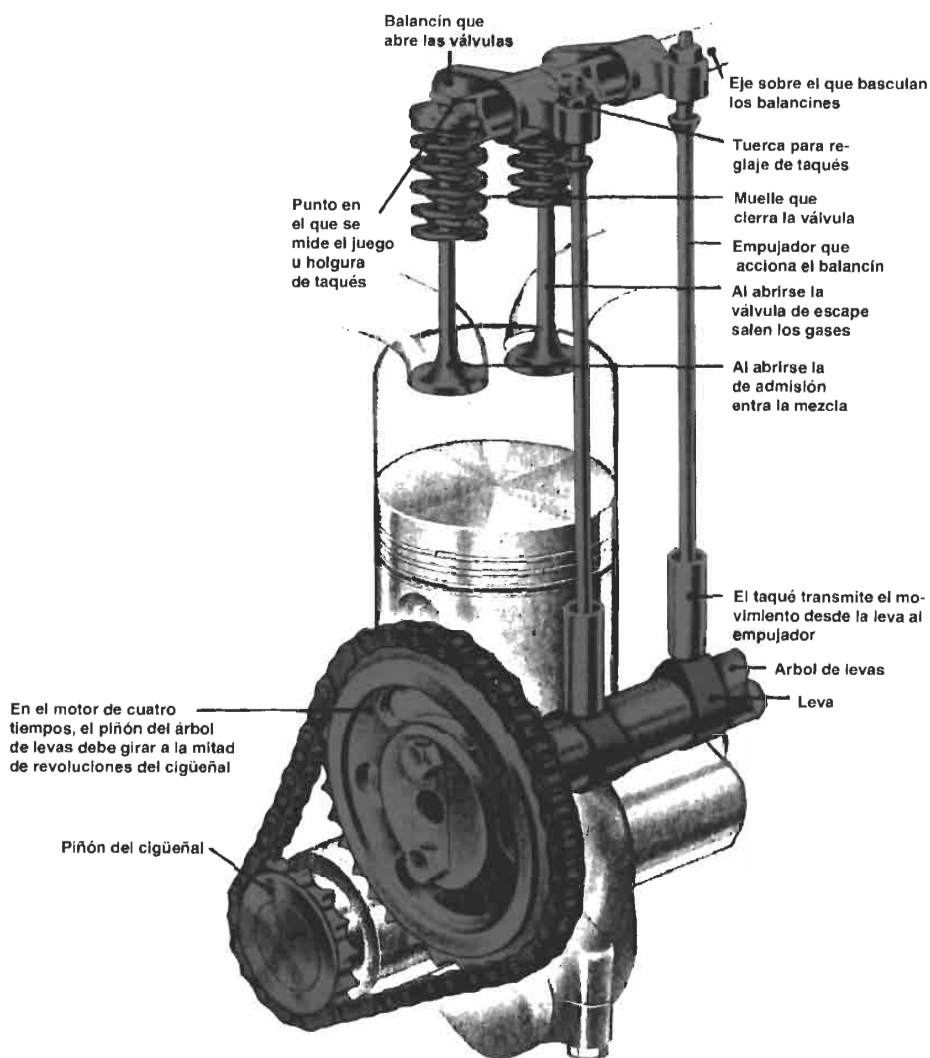
## EJE DE BALANCINES

123. Es el **árbol** sobre el que van dispuestos los **balancines o palancas** que transmiten el **movimiento** a las **válvulas**. Es hueco y cerrado en sus extremos. Dependiendo del **tipo de balancín** llevarán en el punto de giro:

- **Rodamientos de agujas** (balancines oscilantes).
- **Cojinetes de fricción** (balancines basculantes).



Eje de balancines



Mecanismo de apertura de válvulas con empujadores y balancines

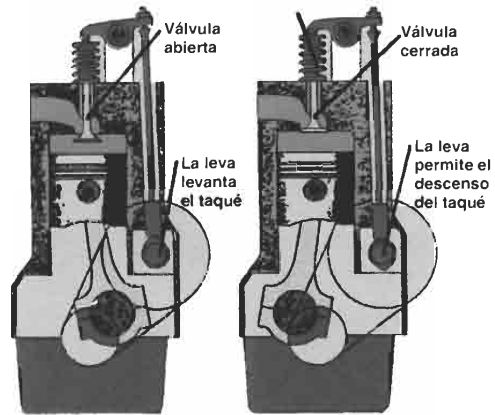
## SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO DE LA DISTRIBUCION

**124.** Se clasifican **según la posición del árbol de levas** en:

- a) **Arbol de levas en bloque o lateral (OHV).**
- b) **Arbol de levas en culata o cabeza (OHC).**

Las **válvulas** irán colocadas en la **culata**.

**Antiguamente** algunos motores utilizaban **válvulas laterales**, sistema **SV**, actualmente en desuso.

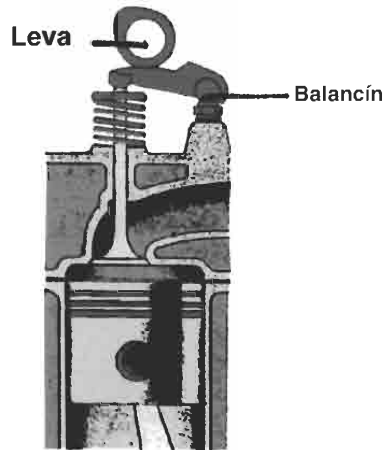


Distribución sistema OHV  
La leva mueve la varilla empujadora

### ARBOL DE LEVAS EN BLOQUE O LATERAL (SISTEMA OHV)

**125.** Bastante utilizado en motores Diesel y turismos, aunque cada vez menos, debido a las prestaciones y revoluciones que se exigen actualmente a los motores. Es un **sistema económico** debido a la sencillez de la culata, pero **de bajo rendimiento en motores muy revolucionados**.

El **cigüeñal mueve** al **árbol de levas**, acciona el **taqué** en el cual está apoyada la varilla empujadora, que a su vez **acciona** la cola del **balancín** (basculante) abriendo el orificio correspondiente. Al **desaparecer** la **acción** de la **leva** la válvula **cierra el orificio** por la **presión** que ejerce **el muelle**.



Distribución sistema OHC de accionamiento indirecto

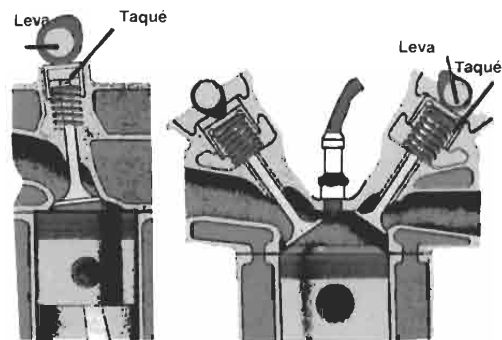
### ARBOL DE LEVAS EN CULATA O CABEZA (SISTEMA OHC)

**126.** Es el **sistema que mayormente se está utilizando** por ser más efectivo. El **accionamiento** de las **válvulas** es o bien directo o a través de algún órgano, pero siempre **bastante directo**, muy apropiado para motores muy revolucionados.

En el caso de **accionamiento indirecto**, el **árbol de levas acciona el semibalancín**.

**127.** En el caso de **accionamiento directo** el **árbol de levas acciona directamente la válvula**, sobre cuyo vástago se apoya el taqué y dentro del cual se hace su reglaje.

Es un **sistema problemático** ya que la culata es de difícil diseño y elevado coste.



Distribución sistema OHC de accionamiento directo  
OCH: Un solo árbol de levas DOCH: Doble árbol de levas

## REGLAJE DE TAQUES

**128.** Debido a la **influencia de la temperatura** en los elementos de la distribución, éstos **se dilatan**, por lo que hay que **dotarles** de un cierto **juego de taqués en frío**, aparte de la razón principal que es la de determinar el ángulo justo que debe estar abierta cada válvula, para un **mayor llenado** de los **cilindros** y una **mejor expulsión** de los **gases**.

El **reglaje** debe hacerse cada **cierto tiempo** ya que se desajusta y las válvulas no se cierran y abren correctamente. Las **cotas de reglaje** **las determina el fabricante** del sistema.

El **juego de taqués** de la **válvula de escape** será **mayor** que el de la de admisión ya que aquella se dilata más por el **calor** que recibe. **Si no** existiera el juego de taqués podría producirse un **incendio** al no poderse cerrar las válvulas.

Se dice que una **válvula** está **pisada** cuando se queda **abierta** por **falta de juego de taqués**.

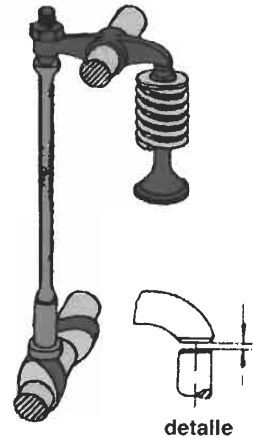
**129.** La **comprobación** para efectuar el **reglaje de taqués** hay que realizarla cuando la **válvula esté completamente cerrada** que es cuando la parte excéntrica de la **leva no esté tocando el taqué**.

En un **sistema OHV** el juego de taqués **se mide entre el vástago** de la válvula **y el extremo del balancín** (martillo).

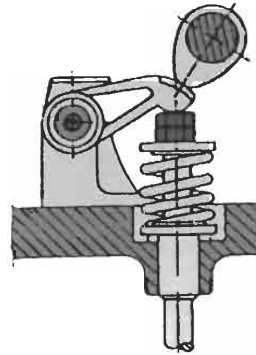
**130.** En el **sistema de distribución OHC de accionamiento indirecto** el **reglaje de taqués** se hace actuando sobre los **tornillos de ajuste y contrafuerza**.

**131.** En el **sistema OHC de accionamiento directo**, el **reglaje de taqués** se hace colocando en el **interior del taqué más o menos láminas** de acero.

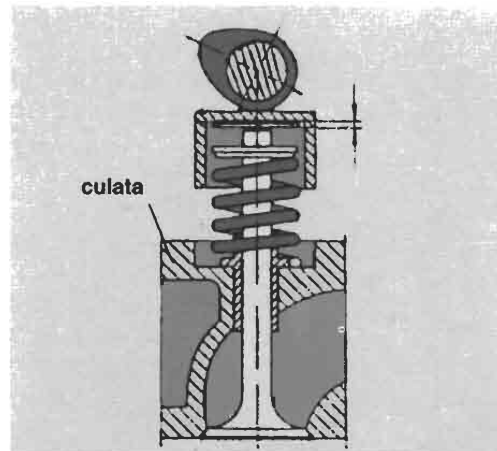
Las **cotas de reglaje** se harán normalmente con el **motor en frío** y se observarán las recomendaciones del fabricante.



Juego de taqués en un sistema OHV  
Se denomina "Juego de taqués" a la separación existente entre la cola de la válvula y el mecanismo empujador de la misma. Permite la dilatación del vástago de las válvulas por efecto del calor.



Juego de taqués en un sistema OHC de accionamiento indirecto

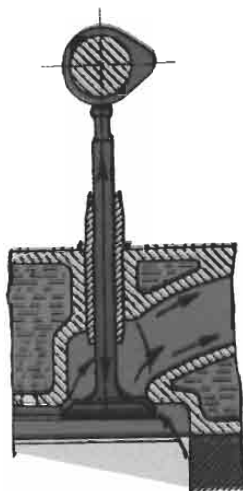


Juego de taqués en un sistema OHC de accionamiento directo

**132. Un juego de taqués grande** provoca que, cuando el árbol de levas acciona los mecanismos de distribución, **no se abre del todo** el orificio, con lo que los gases no pasarán en toda su magnitud.

Si el **juego es pequeño**, provoca que la **válvulas** estén **más tiempo abiertas e incluso no lleguen a cerrar**, no pudiéndose producir una buena compresión.

Cuando el **taqué es hidráulico no precisa reglaje** puesto que viene reglado de fábrica.



Juego de taqués excesivamente pequeño



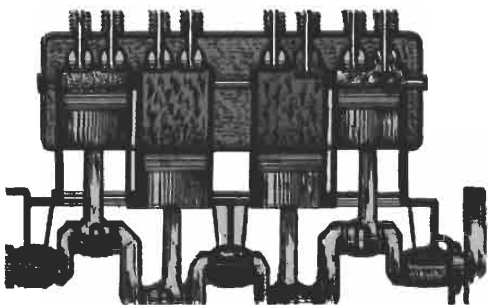
## MODELOS DE MOTORES

**133.** Según la disposición relativa de los cilindros, independientemente de su número, el motor puede ser de los siguientes tipos:

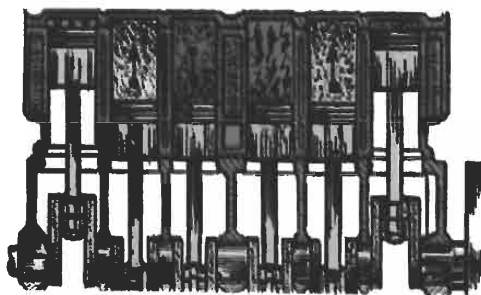
- **Motor de cilindros en línea.**
- **Motor de cilindros en "V".**
- **Motor de cilindros opuestos o "boxer".**

### 134. A) MOTOR DE CILINDROS EN LINEA

- **CILINDROS EN LINEA:** Es el que sus cilindros están **colocados uno a continuación de otro**, pudiendo ser de **distinto número** de cilindros. A **más cilindros** el funcionamiento del motor será **más regular**.



Motor de 4 cilindros en línea



Motor de 6 cilindros en línea

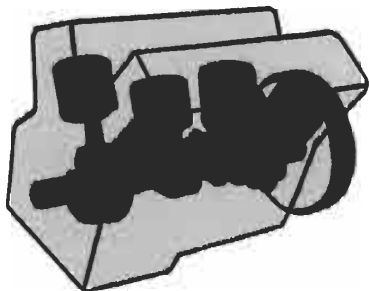
**134.1.** Normalmente se monta de forma longitudinal, si bien en algunos vehículos de tracción se monta de forma transversal.

### 135. B) MOTOR DE CILINDROS EN "V"

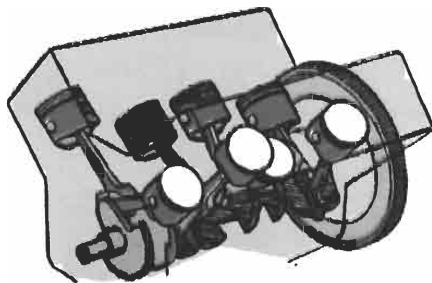
Está **formado por dos bloques** de cilindros **en línea** formando una **"V"**, siendo, por tanto, más **uniforme** su ciclo de trabajo **que** en los **motores en línea**, lo que permite una **mayor suavidad** a elevado régimen de revoluciones y un **acortamiento** de la **longitud** del **motor**.

Puede ser de **varios cilindros**, pero **siempre en número par** y un **cigüeñal** como en los motores en línea.

El cigüeñal tendrá la **mitad de codos que de cilindros** y un número de **apoyos** igual al número de **codos más uno**. Ejemplo: El cigüeñal de un motor de ocho cilindros en "V" tendrá cuatro codos y cinco apoyos.



Motor de 6 cilindros en "V"

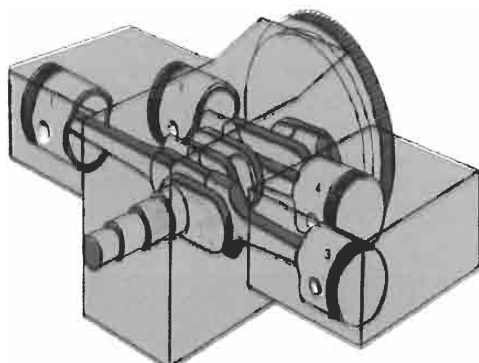


Motor de 8 cilindros en "V"

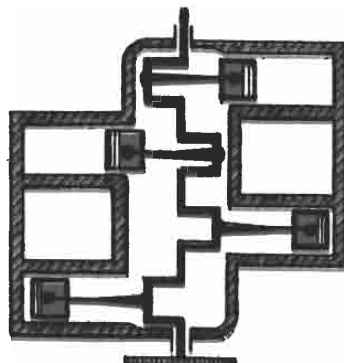
### 136. C) MOTORES "BOXER" O DE CILINDROS OPUESTOS

Estos motores tienen los **cilindros horizontales** en **bloques opuestos**, separados por el cigüeñal, que es más corto que en el caso de uno en línea, pudiendo reducir su número de apoyos. Pueden ser de **2, 4 y 6** cilindros.

Esta colocación tiene la ventaja de reducir la altura del motor.



Motor de 4 cilindros opuestos



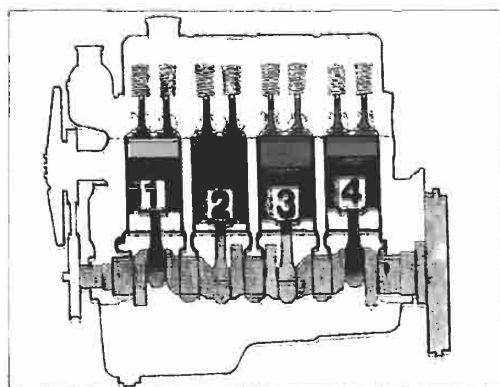
Disposición de cilindros en un motor de 4 cilindros opuestos

## ORDEN DE ENCENDIDO

**137.** Es la **forma** en que **se produce** el **encendido** en los **motores policilíndricos**.

El **orden más usual** es el de motor de **cuatro cilindros en línea**.

**CILINDROS PAREJA:** Son los pistones que **suben y bajan al mismo tiempo**. En un motor de 4 cilindros en línea serán: **1 y 4** una pareja, **2 y 3** otra pareja.



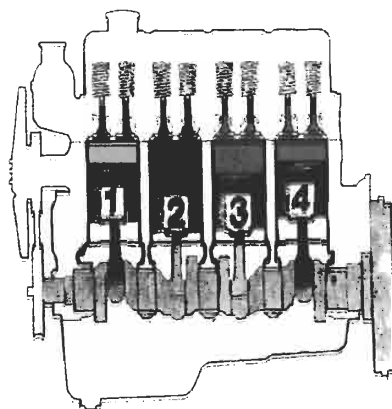
Los cilindros 1 y 4 una pareja y 2 y 3 otra pareja

**138.** Numerados los cilindros de uno hasta 4, el orden en que se producen las explosiones en un ciclo completo (dos vueltas del cigüeñal) es:

#### A) MOTORES EN LINEA

- 4 cilindros: **1 - 3 - 4 - 2** (más utilizado).

| Vueltas cigüeñal | Cilín. 1 | Cilín. 2 | Cilín. 3 | Cilín. 4 |
|------------------|----------|----------|----------|----------|
| 1ª 1/2 V         | EXP      | ESC      | COMP     | ADM      |
| 2ª 1/2 V         | ESC      | ADM      | EXP      | COMP     |
| 3ª 1/2 V         | ADM      | COMP     | ESC      | EXP      |
| 4ª 1/2 V         | COMP     | EXP      | ADM      | ESC      |



Orden de explosiones en un motor de 4 cilindros en línea

## AVERIAS Y MANTENIMIENTO BASICO

### JUEGO DE TAQUES DEFECTUOSO

**139.** Si el juego es excesivo:

- El motor dará poca potencia.
- Ruido de choque de los taqués o balancines.

Si el juego es escaso o nulo:

- La compresión será muy pobre.

Si el taqué hidráulico no funciona bien:

- Aceite de mala calidad, exceso, demasiado espeso o sucio.
- Suciedad en los taqués (alquitrán o carbonilla).

### FUGAS EN LA JUNTA DE CULATA

Cualquier avería en la junta de culata requiere poner otra nueva.

### RUIDOS VIOLENTOS DEL MOTOR

- Muelles de las válvulas deteriorados o rotos (cambiarlos).

### ANOMALIAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS (Taller)

**140.** - Cabezas sucias (limpiarlas).

- Colas sucias o desgastadas (limpiar o cambiar).
- Mala lubricación.
- Agarrotamiento (montar guías nuevas y cambiar varillas).
- Soporte de balancines defectuoso (cambiar).
- Arbol de levas desgastado (cambiar).
- Taqués desgastados o rotos (cambiar).
- Muelles en mal estado (cambiar).

### CILINDROS OVALADOS O SEGMENTOS GASTADOS (Taller)

**141.** - Salen humos blanco-azulados por el escape.

- Se engrasan las bujías fácilmente.
- Gasto excesivo de lubricante.
- Mala compresión.
- Excesivo soplado de vapores por el tubo de llenado de aceite al quitar el tapón con el motor en marcha. (Véase art. 460).

### AL MOTOR LE FALTA POTENCIA EN LAS ACELERACIONES (Vehículo viejo)

- Distribución mal reglada. (Regular).

### FALTA DE POTENCIA EN LAS SUBIDAS (Vehículo nuevo)

- Muelles de las válvulas vencidos. (Reparar).
- Válvulas y asientos muy desgastados. (Reponer).

### SILBIDOS PROCEDENTES DEL MOTOR

- Fallo de los cojinetes del árbol de levas. (Renovar).

### HUMOS EN GENERAL

- Desgaste de válvulas y guías. (Rectificar).

# TEMA IV

## SISTEMAS DE ALIMENTACION (PRIMERA PARTE)

### COMUN MOTOR DIESEL Y MOTOR DE EXPLOSION

#### MISION

142. Los automóviles **se desplazan** gracias a la **fuerza** suministrada por su **motor** que **transforma**, en este caso, la **energía química** (térmica) almacenada en un combustible, **en energía mecánica**, capaz de producir la propulsión.

#### TIPOS DE MOTORES DE AUTOMOVILES

143. Este tipo de **motores** pueden ser **alimentados** por un **sistema de inyección o de carburador**. Los **motores de inyección** a su vez, pueden ser **alimentados** por **gasóleo** o por **gasolina** y **los de carburador lo pueden ser por gasolina o por gas licuado del petróleo (GLP)**.  
(Véase art. 286)

#### FUNCIONAMIENTO

144. En los **motores Diesel y de explosión de cuatro tiempos** el **pistón** se desplaza entre el **PMS** y el **PMI cuatro veces**, a las que se le llama tiempo y corresponde a cada una de las **cuatro fases** de que consta el **ciclo** de funcionamiento de este tipo de motores.
145. Estas **fases o tiempos** de **cada ciclo** son:
- **ADMISION**
  - **COMPRESION**
  - **EXPANSION** (Combustión o explosión)
  - **ESCAPE**

Este ciclo de funcionamiento puede ser:

- **TEORICO**
- **PRACTICO**

## CICLO TEORICO (EN CADA CILINDRO)

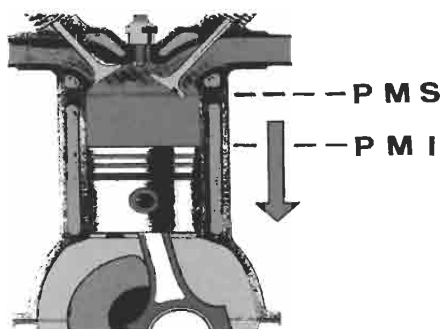
### 146. PRIMER TIEMPO: ADMISION.

Al inicio del tiempo de **admisión**, el **pistón** se encuentra en su **PMS** y la **válvula de admisión** se encuentra **cerrada**.

El **pistón** desciende desde el **PMS** al **PMI** y la **válvula de admisión** se **abre**.

Al llegar el **pistón** al **PMI** la **válvula de admisión** se **cierra**.

El **pistón** ha recorrido **una carrera** y el **cigüeñal** ha girado **media vuelta**.

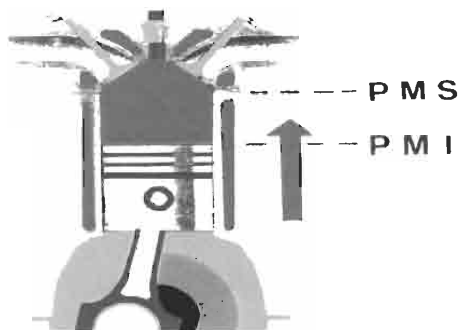


Comienzo del ciclo  
Primer tiempo: Admisión

### 147. SEGUNDO TIEMPO: COMPRESION.

Las **dos válvulas**, (admisión y escape) se encuentran **cerradas**, el pistón inicia su ascensión desde el **PMI** al **PMS**.

El **pistón** ha recorrido **una carrera** y el **cigüeñal** ha girado **otra media vuelta**, completando una vuelta.



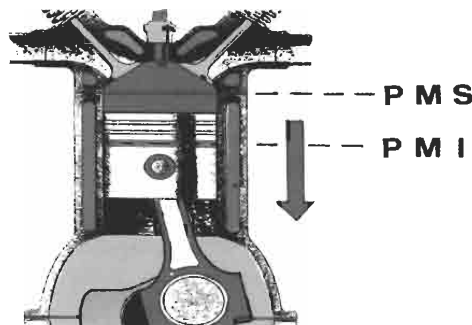
Segundo tiempo: Compresión

### 148. TERCER TIEMPO: EXPANSION.

El **pistón** está en el **PMS** y ambas **válvulas cerradas**. En ese momento se produce dentro del cilindro, por inflamación, un aumento de presión y temperatura obligando al **pistón** a desplazarse del **PMS** al **PMI**.

El **pistón** ha recorrido **una carrera** y el **cigüeñal** gira **otra media vuelta**. Este es el **único tiempo** del motor que **produce trabajo**, de ahí que se le denomine "**tiempo motor**".

**Es cuando el motor produce la fuerza.**

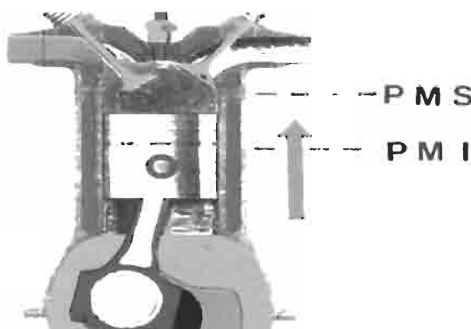


Tercer tiempo: Expansión  
(Combustión o explosión)

### 149. CUARTO TIEMPO: ESCAPE.

El **pistón** se encuentra en el **PMI** y se **abre la válvula de escape** y el pistón asciende hacia el **PMS** arrastrando los **gases residuales** de la expansión desalojándolos al **exterior**. El **pistón** recorre **una carrera** y el **cigüeñal** gira **otra media vuelta** completando las dos vueltas.

La transformación de la energía química del carburante en energía mecánica o trabajo se realiza durante **los cuatro tiempos** del ciclo, que se traducen en **dos vueltas del cigüeñal** y en **cuatro carreras del pistón**.



Cuarto tiempo: Escape

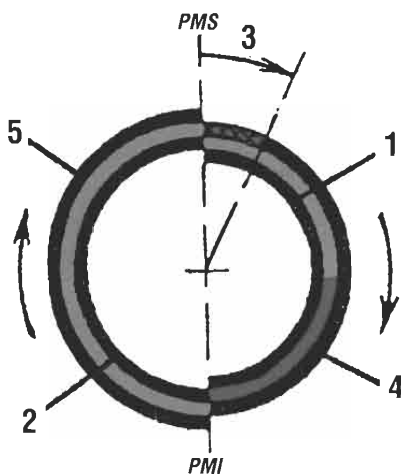
## CICLO PRACTICO

**150.** El ciclo teórico anteriormente expuesto es prácticamente imposible de aplicar en los motores Diesel rápidos (régimen de 3.000 r.p.m.) ya que alcanzan presiones de hasta 80 bares.

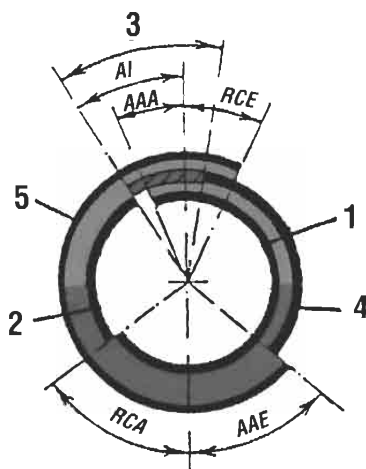
Para **motores Diesel rápidos se utiliza** un ciclo, que surge de mezclar el ciclo de explosión y el ciclo de combustión, denominándose **ciclo mixto**, en el que la combustión tiene lugar primero a volumen constante y después a presión constante. Para ello **se modifica el sistema de combustión**, utilizándose unas precámaras de combustión, que durante la compresión crean una **turbulencia en el aire** comprimido que mantiene la temperatura uniforme en todos los puntos de la cámara.

**151.** De esta forma al inyectar el carburante, la mezcla con el aire se produce con mayor rapidez y uniformidad, y en consecuencia, aumenta la **velocidad de combustión** de la misma.

En el motor Diesel se producen unos **reglajes en las cotas de distribución** sobre el sistema del mando del árbol de levas, para conseguir un mayor rendimiento del ciclo (potencia), cuyas cotas pueden ser mayores que en los motores de explosión (también lo será el cruce de válvulas, ya que no importa que se pierda algo de aire de la admisión si con ello se consigue un mejor barrido de gases quemados).



Ciclo teórico



Diagramas del ciclo mixto

Ciclo práctico

1 Admisión. 2 Compresión. 3 Combustión. 4 Expansión. 5 Escape.

En ambos ciclos completos el cigüeñal dará dos vueltas completas.

AI: Adelanto a la inyección.

La relación entre el volumen real y teórico de gases admitidos corresponde a la **relación volumétrica**.

**152** Las **modificaciones** que aproximan el **ciclo práctico al teórico** son:

- **Cotas de reglaje** en el sistema de distribución que afectan:

- **AAA: Avance a la apertura de ADMISION**
- **AAE: Avance a la apertura de ESCAPE**
- **RCA: Retraso al cierre de la ADMISION**
- **RCE: Retraso al cierre del ESCAPE**

## COTAS DE REGLAJE

**153. ADMISION.** Ambas **válvulas** (admisión-escape) se encuentran **abiertas** en determinado momento (traslazo o solazo). (El tiempo de admisión dura más)

- **Avance a la apertura de la válvula de admisión (AAA).** La válvula de **admisión se abre antes** de que el pistón alcance el **PMS** (en el tiempo de escape del ciclo anterior).
- **Retraso al cierre de la válvula de admisión (RCA).** La válvula de **admisión se cierra** un poco **después** de alcanzar el pistón el **PMI** (pasado el PMI, en el tiempo de compresión).

Con todo ello (avance y retraso) se consigue un **llenado mayor** del cilindro al **durar** el tiempo de admisión **más de una carrera** del pistón.

**154. ESCAPE.** Ambas **válvulas escape-admisión** se encuentran **abiertas** en determinado momento (traslazo o solazo). (El tiempo escape dura más)

- **Avance a la apertura de la válvula de escape (AAE).** La válvula de **escape se abre antes** de que el pistón llegue el **PMI** en la tercera carrera del ciclo (expansión).
- **Retraso al cierre de la válvula de escape (RCE).** La válvula se cierra un poco **después** de llegar el pistón al **PMS**, ya en el tiempo de admisión (pasando el PMS).

Con todo ello (avance y retraso) se consigue una **eliminación más completa de los gases** residuales al **durar** el tiempo de escape **más de una carrera** del pistón.

## CRUCE DE VALVULAS

**155.** Cómo la **válvula de admisión se abre antes (AAA)** y la de **escape se cierra después (RCE)**, resulta que **ambas válvulas** se encuentran **abiertas a la vez** durante un **instante** o giro del cigüeñal, lo cual se conoce como **"cruce de válvulas"** o **"solazo"**.

Cuanto **más revolucionado** sea un **motor mayor** ha de ser el **cruce de válvulas** para compensar la rapidez con que girará el motor.

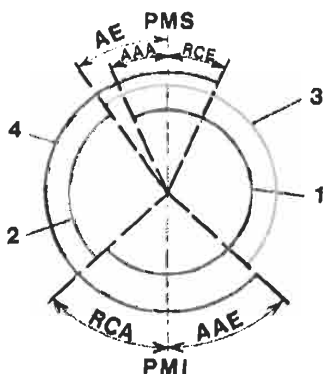


Diagrama de distribución con cotas de reglaje  
AE: Adelanto al encendido.

## ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCION

### ELEMENTOS

**156.** Los **elementos** fundamentales del **sistema de inyección** son:

- **La bomba de alimentación** (circuito de baja presión).
- **La bomba de inyección** (circuito de alta presión).

### FUNCIONAMIENTO

**157.** El **circuito de baja presión** (bomba de alimentación) es el encargado de **extraer** el carburante del depósito, filtrarlo y **trasladarlo** a la **bomba de inyección**.

El **circuito de alta presión** (bomba inyectora) es el **encargado de suministrar** el **carburante** al **cilindro**, en la cantidad y en el momento oportuno.

# MOTOR DIESEL

## FUNDAMENTO BASICO DEL FUNCIONAMIENTO

**158.** Generalmente, en el colector de admisión, **no hay válvula de mariposa** que determine la **cantidad de aire** que debe llegar a los cilindros que **dependerá de la aspiración o succión de los pistones** (vacío que se crea en los cilindros) y en los motores sobrealimentados del compresor volumétrico o del turbo-compresor. **El motor diesel carece de encendido y carburador.**

**159.** Mediante el pedal **acelerador se determina la cantidad de carburante** que se inyecta en el tercer tiempo, **actuando sobre la bomba inyectora**. Una vez el aire se encuentra comprimido en la cámara de combustión (momento de la máxima temperatura del aire) se inyecta el carburante, **inflamándose** la mezcla por **autocombustión**.

No obstante, el gas-oil precisa un pequeño **tiempo** para adquirir la **temperatura** necesaria para **su combustión**, cuyo tiempo se conoce como **"retraso en la iniciación de la combustión"** o **"retardo a la inflamación"**

## SISTEMA DE INYECCION

**160.** En los motores **de inyección** la forma de la **cámara de combustión** y a veces la de la **cabeza del pistón**, están **diseñadas para favorecer** la **unión entre el aire y el combustible** (turbulencia), mejorando la combustión y el rendimiento.

**161.** Existen **dos sistemas** básicos de **inyección**:

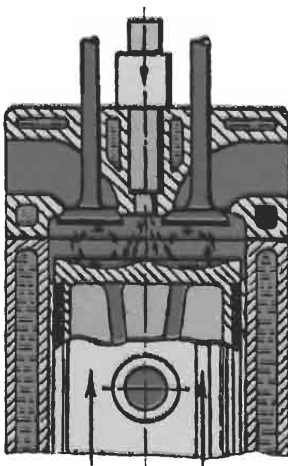
- **Directa**, donde el combustible es inyectado **directamente** en la **cámara de combustión**. Los **inyectores** tienen **varios orificios**.
- **Indirecta**, donde el combustible **no es inyectado directamente** en la **cámara de combustión**. Los **inyectores** tienen **un solo orificio**.

## SISTEMAS Y ELEMENTOS DE LA INYECCION DE GASOLEO

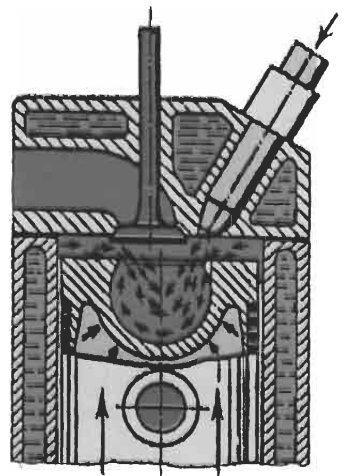
### INYECCION DIRECTA

**162.** En este sistema el **pistón** presenta una **concavidad semiesférica** para **mejorar el rendimiento e impedir** que el **combustible** no quemado **se diluya** en el aceite de lubricación y que la **expansión sea irregular**.

**163.** La **presión de inyección es muy elevada**, y los orificios de los inyectores deben ser extraordinariamente pequeños.



Cámara toroidal



Inyección directa

Cámara esférica



## INYECCION INDIRECTA

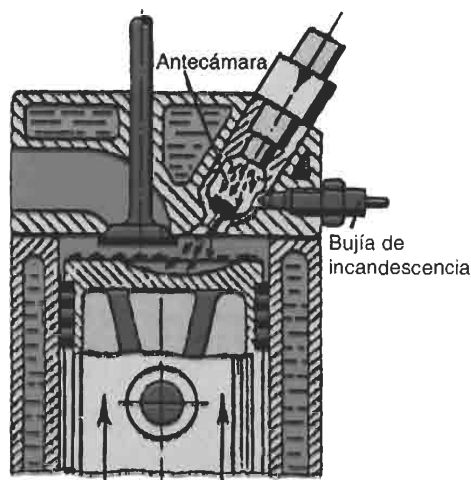
**164.** En este sistema de inyección se perjudica menos el motor ya que en este caso la **inyección** no se realiza **directamente en la cámara** de combustión. Existen **tres tipos** de inyección indirecta como son, los sistemas de cámara de:

- **Precombustión o antecámara.**
- **Turbulencia. Combustión separada o cámara auxiliar.**
- **Reserva de aire o acumulador de aire.**

Estos motores son menos ruidosos que los de inyección directa a costa de un ligero aumento en el consumo.

### 165. SISTEMA CON CAMARA DE PRECOMBUSTION (ANTECAMARA)

El **inyector** tiene un **solo orificio** y desemboca en la cámara de precombustión (antecámara que representa, aproximadamente, 1/3 del volumen total de la cámara). En el tiempo de compresión, el aire es enviado a la cámara de precombustión, situada en un lugar de la culata no refrigerado, comunicándose con la cámara principal. Un poco antes del **PMS**, el carburante es inyectado vaporizándose, pasando a gran velocidad a la cámara de combustión. La **presión** de inyección es **menor** que en la **inyección directa**.



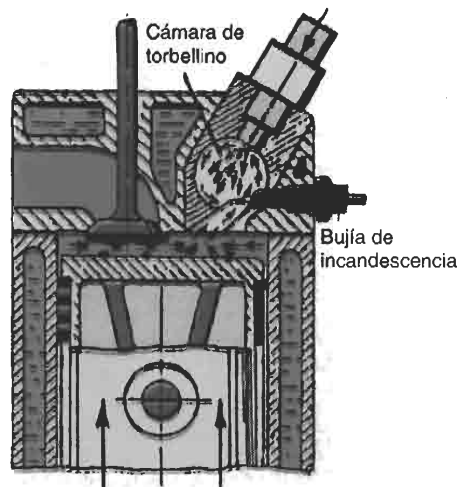
Motor con cámara de precombustión

### 166. SISTEMA CON CAMARA DE TURBULENCIA (CAMARA AUXILIAR)

La **cámara** de turbulencia está **alojada** normalmente en la **culata y también en el bloque motor** (representando, aproximadamente, 2/3 del volumen total de la cámara), en una parte no refrigerada. Durante la compresión, el aire aspirado en la admisión es enviado tangencialmente a la cámara de turbulencia, produciéndose una **gran agitación**.

Un poco antes de llegar el pistón al **PMS** se produce la inyección **aumentando la presión** en la cámara de turbulencia, **donde el carburante se quema en su totalidad**.

El **inyector** que se utiliza es de **espiga o aguja o tetón de un solo orificio**.



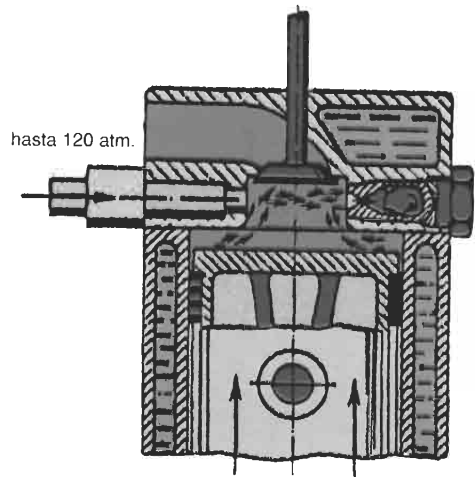
Motor con cámara de turbulencia

## 167. SISTEMA CON CAMARA DE RESERVA DE AIRE

En este sistema, la cámara tiene el mismo objeto que en los dos anteriores, es decir, proporcionar una **buena mezcla** del carburante con el aire **con una presión de inyección pequeña**.

Durante la compresión, el aire es impulsado a la cámara de aire. Un poco antes de que el pistón llegue al **PMS**, el carburante es igualmente inyectado parcialmente en la entrada de la cámara de aire donde comienza la combustión **aumentando la presión** existente.

**Utiliza inyector de aguja de un solo orificio.**



Motor con cámara de reserva o acumulador de aire

## CIRCUITOS DEL SISTEMA DE ALIMENTACION

**168.** El **sistema de alimentación** del motor **Diesel** está compuesto por **dos circuitos**:

- **Alimentación de aire** o comburente. (Tiempo de admisión)
- **Alimentación de carburante** o gasóleo. (Tiempo de combustión)

## ALIMENTACION DE AIRE

**169.** En el **circuito de alimentación de aire** existe una serie de **filtros** para **retener** las **impurezas** existentes en la atmósfera y para que el **aire** llegue en debidas condiciones al cilindro.

Para conseguir una **combustión completa** del **gas-oil** es necesaria una proporción de **aire superior** a la requerida por el **motor de explosión** y una **mayor compresión**.

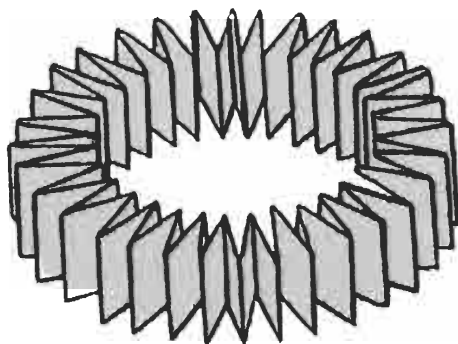
## FILTROS DE AIRE

**170.** Los **tipos de filtros** existentes, colocados en la **entrada del colector de admisión** pueden ser:

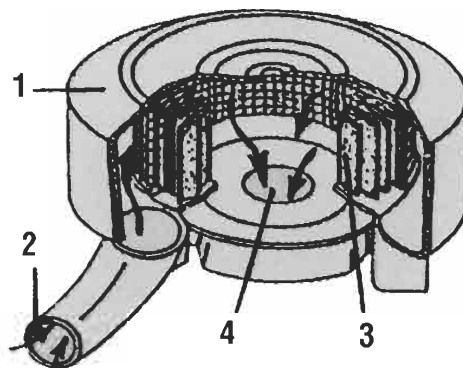
- **Filtros secos.**
- **Filtros húmedos de malla metálica.**
- **Filtros de baño en aceite.**

## FILTRO SECO

**171.** El **aire se filtra** por su paso a través de un **elemento filtrante** de **papel** celulósico o de tejido en **forma** de **acordeón introducido** dentro de un **recipiente** de chapa con una tapa.



Elemento filtrante



Entrada y salida del aire en el filtro

1 Tapa de filtro. 2 Boca de aspiración. 3 Elemento filtrante. 4 Orificio de salida.

**172.** La **entrada de aire** se suele realizar por una **boca lateral** del recipiente que contiene el elemento filtrante y, una vez filtrado, el aire **sale** por un **orificio central** situado sobre el colector de admisión.

El **orificio de entrada** del aire normalmente tiene **dos posiciones**:

- En **verano** se coloca de forma que **capta directamente** el **aire del exterior**.
- En **invierno** se dirige de forma que el **aire aspirado** sea previamente **recalentado** al contacto con el **colector de escape**.

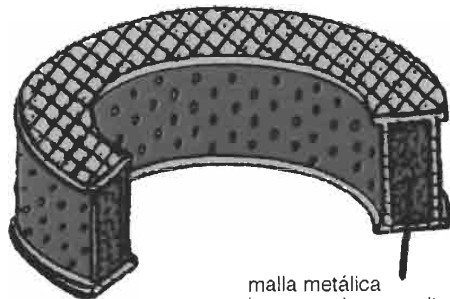
Estos **filtros** son de **sustitución periódica**, según las recomendaciones del fabricante, dependiendo de las condiciones de utilización del motor (caminos de tierra, verano, ciudad, etc.)

## FILTRO HUMEDO

**173.** Similar al anterior, se **diferencia** en que el **elemento filtrante**, en vez de ser de papel seco, es de un **tejido metálico impregnado en aceite**, en el cual quedan adheridas las partículas o impurezas del aire.

Presenta el **inconveniente** de que requiere **mantenimiento más continuo**, pero tiene la **ventaja** de que **no hay que sustituirle**.

La **limpieza** se realiza **con gas-oil** y posteriormente con **aire comprimido**. Es **más efectivo** que el de **papel seco**.



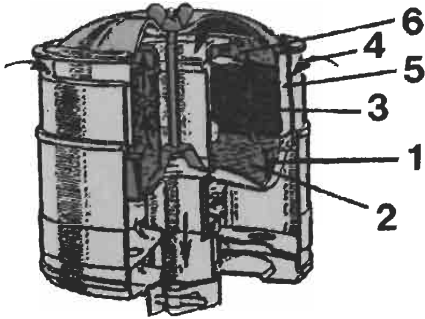
malla metálica impregnada en aceite

Elemento filtrante húmedo

## FILTRO EN BAÑO DE ACEITE

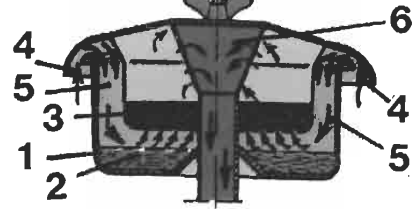
**174.** El aire entrante choca directamente con el aceite que se encuentra en la cámara y después pasa por el elemento filtrante, asegurando un perfecto filtrado.

Esta clase de filtro presenta la **ventaja de su autolimpieza**, ya que del depósito de aceite se arrastran partículas al elemento filtrante (generalmente metálico), repercutiendo en un **menor mantenimiento** (aunque su precio es mayor). Cuando el aceite se espesa, hay que abrir el filtro, **limpiarlo e introducir aceite nuevo**.



Filtro en baño de aceite

1 Recipiente inferior. 2 Cámara con aceite. 3 Elemento filtrante. 4 Entrada de aire. 5 Conductos. 6 Conducto al carburador.



Funcionamiento del filtro en baño de aceite.

## ALIMENTACION DE CARBURANTE

**175.** Tiene como **misión hacer llegar al cilindro la cantidad de carburante necesario** y en las condiciones de presión adecuadas para su buena mezcla con el aire y posterior combustión.

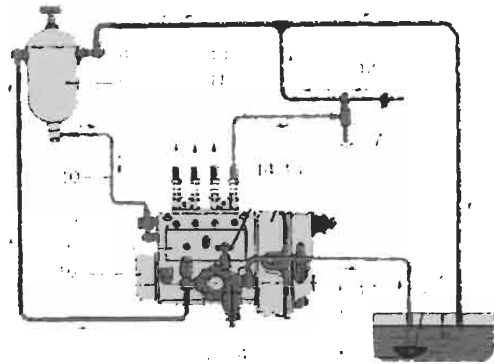
**176.** El **circuito de alimentación** de carburante, a efectos de su estudio, puede dividirse en **dos circuitos**:

**177. - De baja presión**, compuesto por los siguientes elementos:

- **Depósito** de carburante.
- **Bomba de alimentación**.
- **Filtros** de carburante.
- **Conductos y válvulas**.

**178. - De alta presión**, compuesto por los siguientes elementos:

- **Bomba de inyección**.
- **Canalizaciones**: han de tener la misma longitud para tener los mismos tiempos de inyección.
- **Inyectores**: Realizados en acero para poder resistir las fuertes variaciones de presión.



Circuito de alimentación de carburante



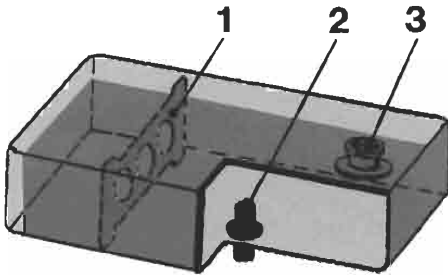
Circuito de retorno  
Carburante

1 Depósito de combustible. 2 Bomba de alimentación. 3 Filtro. 4 Prefiltro. 5 Filtro principal. 6 Bomba de inyección. 7 Inyector. 8 Válvula de descarga. 9 Tubería de bomba a filtro. 10 Tubería de filtro a bomba de inyección. 11 Tubo de inyección. 12 Tubería sobrante de inyectores. 13 Tubo de retorno. 14 Bomba de mano. 15 Regulador centrífugo. 16 Variador de avance a la inyección. 17 Altura máxima de aspiración.

## DEPOSITO DE CARBURANTE

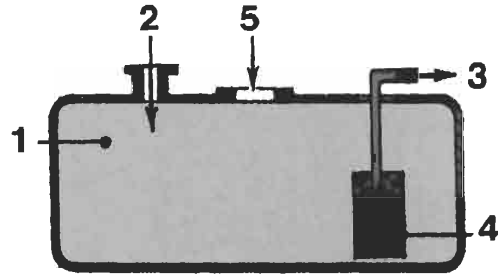
- 179.** El **depósito de carburante**, colocado normalmente alejado del motor, en un punto bajo, fabricado generalmente con chapa de acero o también de plástico actualmente, consta de una **boca de llenado** con un tapón de cierre con un pequeño **orificio de ventilación** para mantener en el interior la presión atmosférica y que no se produzca el vacío (no saldría carburante) por la aspiración de la bomba.

En el orificio de salida del carburante, en su inicio, suele haber un filtro para retener las **impurezas** que pueda tener el **carburante**.



Depósito de carburante

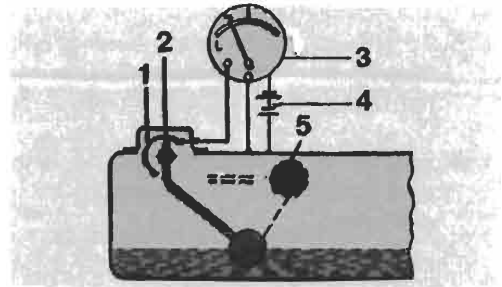
**1** Plancha de balanceo. **2** Orificio de salida. **3** Orificio de llenado.



**1** Recipiente. **2** Boca de llenado. **3** Salida a bomba. **4** Filtro. **5** Taladro de atornillador.

- 180.** La cantidad de **carburante** en el depósito se puede **medir** mediante un **flotador** de plástico que, con un tope de contacto, varía la resistencia de un circuito eléctrico, donde la escala del medidor marca (indica) directamente el **contenido del carburante en el depósito**.

También puede **emplearse** un **indicador neumático**.



Indicador eléctrico

**1** Resistencia. **2** Contacto. **3** Indicador. **4** Batería. **5** Flotador.

## BOMBA DE ALIMENTACION

- 181.** Es el **elemento** encargado de **extraer** el **carburante** del depósito y **mandarlo** a la **bomba de inyección o al carburador**, según sea el motor de gasóleo o de gasolina.

Según su accionamiento la **bomba** puede ser:

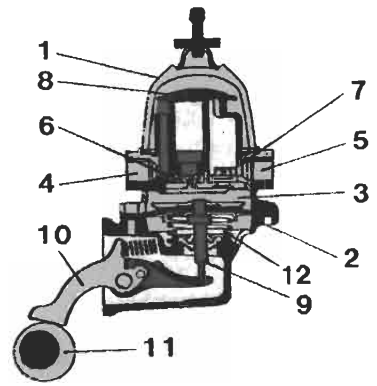
- **Mecánica.**
- **Eléctrica.**

## BOMBA MECANICA

182. La **bomba mecánica** puede ser:

- De membrana.
- De émbolo.

183. **BOMBA DE MEMBRANA:** El funcionamiento de la **bomba mecánica de membrana** se basa en que cuando una excéntrica del **árbol de levas (11)** acciona la **palanca (10)** a través del **vástago (9)**, la **membrana elástica (2)** se deforma hacia abajo, creando un vacío que abre la **válvula de entrada (6)** y aspira el carburante del depósito que después de pasar por el **filtro (8)** llega a la **cámara (3)**. Al dejar de accionar la **leva (11)** sobre la **palanca (10)**, la **membrana (2)** por acción del **muelle (12)** presiona el carburante de la **cámara (3)**, sobrepresión que hace que cierre la **válvula de entrada (6)** y se abra la de **salida (7)** (son de efecto contrario), con lo que el carburante es impulsado.



Bomba de alimentación mecánica

- 1 Cuerpo de bomba. 2 Membrana elástica. 3 Cámara. 4 Orificio de entrada. 5 Orificio de salida. 6 Válvula de entrada. 7 Válvula de salida. 8 Filtro. 9 Vástago. 10 Palanca de accionamiento. 11 Excéntrica del árbol de levas. 12 Muelle.

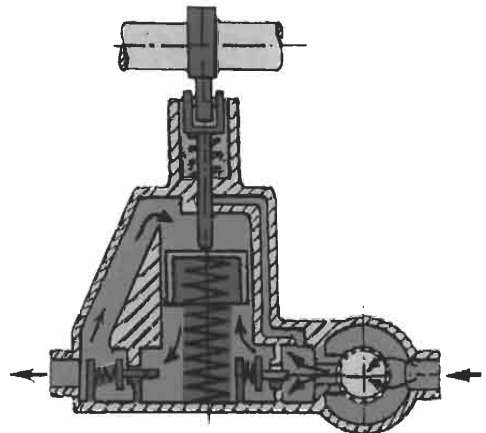
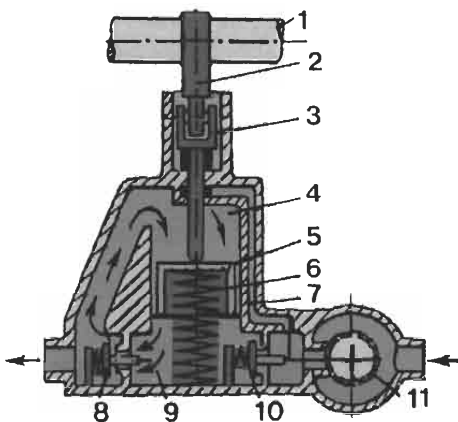
184. En los motores con carburador cuando la **cuba** está **llena**, la presión mantiene la membrana en la parte inferior y la **bomba no manda carburante**.

La **bomba** va acoplada al **bloque motor** con tornillos y juntas de amianto y una placa para evitar la irradiación que producirá el calor procedente del motor.

185. Esta **bomba** presenta algún **inconveniente** como:

- **Produce burbujas** de aire por la temperatura del motor.
- **Alimentación irregular** debido a que hasta que gira el motor la bomba (bastante separada del depósito) no se acciona.
- **Rotura frecuente** de la membrana elástica pasando el **carburante** al **cárter**.

186. **BOMBA DE EMBOLO:** Puede ser **simple o de doble efecto**, utilizada en bombas de inyección lineales y va adosada a la bomba de inyección exteriormente, recibiendo el movimiento de una excéntrica del árbol de levas de la bomba inyectora.

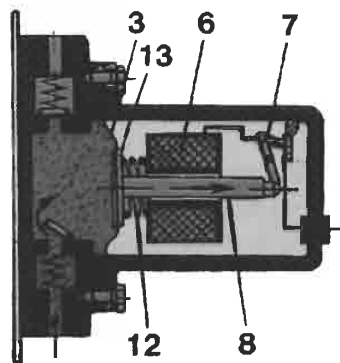


Bomba de émbolo de simple efecto.

- 1 Eje de levas. 2 Excéntrica. 3 Tope. 4 Cámara de compresión. 5 Émbolo. 6 Muelle del émbolo. 7 Canal de escape. 8 Válvula de impulsión. 9 Cámara de aspiración. 10 Válvula de aspiración. 11 Purificador previo.

## BOMBA ELECTRICA

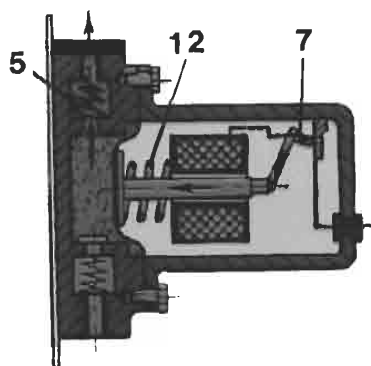
**187.** El funcionamiento de la **bomba eléctrica**, en su acción de **ASPIRACION**, al cerrar el interruptor de encendido (la llave en situación de contacto), la **corriente** de la batería pasa a la **bobina** o devanado (**6**) creando un campo magnético o **electroimán** que atrae al **inducido** (**13**), que será metálico y que desplaza al **vástago** (**8**) y la **membrana** (**3**) venciendo la resistencia del **muelle** (**12**). El movimiento del vástago produce la apertura de los **contactos** (**7**) y la interrupción del circuito



Aspiración.

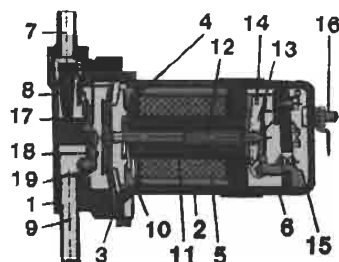
**188.** Al **igual** que en la **bomba mecánica**, al deformarse la membrana se produce el **vacío** y la aspiración del carburante llenándose la cámara.

En su acción de **IMPULSION**, al separarse los **contactos** (**7**), la bobina queda **sin corriente**, desapareciendo el campo magnético, con lo que el **muelle** (**12**) hace retroceder el vástago y la membrana, comprimiendo el carburante, abriendo la **válvula** (**5**) y mandándolo hacia el carburador o hacia la bomba inyectora. Los **contactos** (**7**) quedan juntos y se repite el ciclo.



Impulsión.

**189.** La principal **ventaja** de esta bomba, es que se puede **situar en cualquier parte** del vehículo, con lo cual **no** está influenciada por la irradiación del **calor** del motor. **Además funciona** al conectar la corriente de encendido **sin necesidad de que gire el motor**.



Bomba de alimentación eléctrica.

**1** Cuerpo de bomba. **2** Caja del electroimán. **3** Membrana. **4** Inducido. **5** Devanado. **6** Tapa. **7** Entrada de carburante. **8** Filtro. **9** Salida de carburante. **10** Muelle. **11** Núcleo de hierro. **12** Vástago del inducido. **13** Balancín. **14** Punto de giro de bomba. **15** Contactos. **16** Borne. **17** Válvula de aspiración. **18** Válvula de impulsión. **19** Placa soporte.

## FILTROS DE CARBURANTE

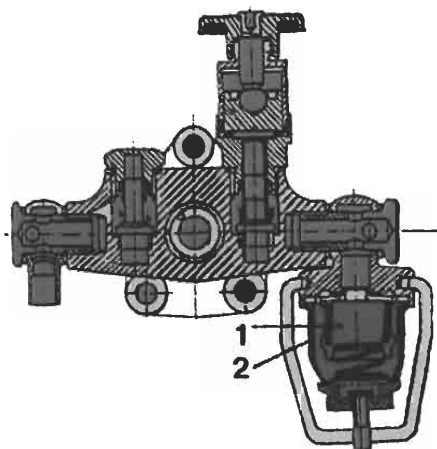
**190.** Son los encargados de **retener las partículas** que pudiera llevar el carburante en suspensión. En general son de **tamiz de malla fina**, dispuestos a la **salida del depósito**, a la **entrada de la bomba de alimentación**.

**191.** Los filtros de carburante adquieren **muchísima importancia** en los motores de inyección, ya que **deben asegurar un correcto filtrado** del carburante al que se le somete al paso por una serie de elementos filtrantes, como son:

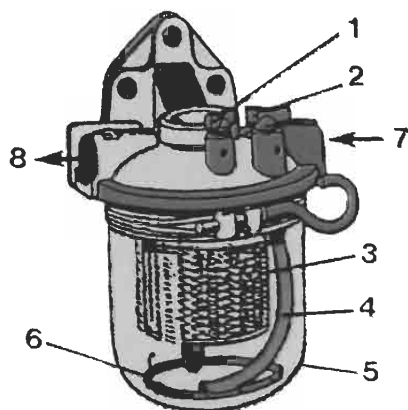
- **Prefiltros:** Pequeños. Grandes. Decantadores.
- **Filtro principal.**

**192. PREFILTROS:** Situados entre el depósito y la bomba de alimentación, tienen por objeto **retener las impurezas y el agua** que lleva el carburante.

Normalmente **son dos: Uno** (de malla metálica) en la **tubería de aspiración** del carburante, para retener las partículas mayores, y otro situado a la **entrada de la bomba de alimentación**.



Prefiltro recambiable de gran capacidad, constituido por cartuchos de tela metálica o nylon.  
**1** Filtro. **2** Cuerpo del filtro.



Prefiltro decantador. Elimina el agua por decantación depositándose en el fondo. De gran capacidad de filtrado.  
**1** Tornillo de purga. **2** Tornillo. **3** Elemento filtrante. **4** Tubo de evacuación del agua. **5** Cubeta. **6** Flotador (indica el nivel del agua). **7** Entrada de gas-oil. **8** Salida.

**193. FILTRO PRINCIPAL:** Colocado **entre la bomba de alimentación** y la de inyección, tiene por misión **proteger la bomba inyectora y los inyectores** (elementos muy delicados), reteniendo tanto el agua como las impurezas muy finas.

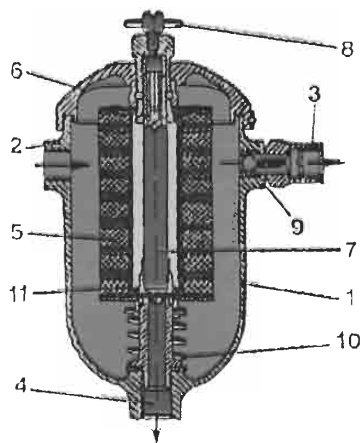
**194.** Existen muchos tipos, pero todos ellos responden a unas características como:

- **Gran superficie de filtrado** con un pequeño volumen.
- **Perfecto y eficaz** filtrado.
- **Duraderos** y de mantenimiento fácil.
- **Presión de filtrado baja** (poca resistencia) para mantener el flujo constante del carburante sobre la bomba inyectora.



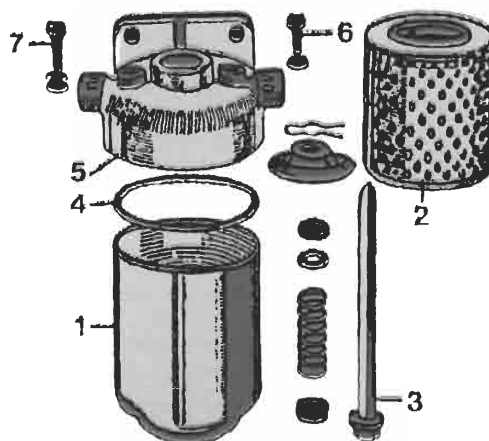
**195.** Algunos de los filtros de carburante más empleados son:

- **CON PLACAS DE FIELTRO:** Dotado de una válvula de seguridad que mantiene la presión en el circuito, mandando el sobrante al depósito del carburante.
- **SIMMS:** Fabricado de papel poroso en forma de fuelle recambiable.



Filtro con placa de fieltro

1 Recipiente. 2 Conducto de entrada. 3 Conducto de rebose. 4 Salida de carburante. 5 Cartucho filtrante. 6 Tapa. 7 Tornillo. 8 Tornillo de purga. 9 Válvula de seguridad. 10 Muelle. 11 Tamiz central.

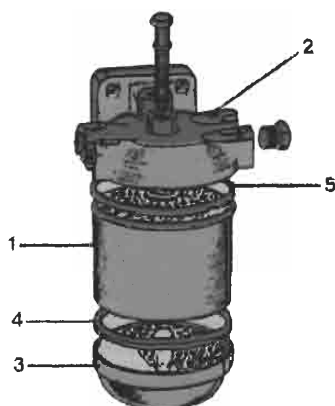


Filtro Simms.

1 Cuerpo. 2 Cartucho. 3 Tornillo central. 4 Junta de goma. 5 Tapa soporte. 6 Tapón de purga. 7 Tapón de cebado.

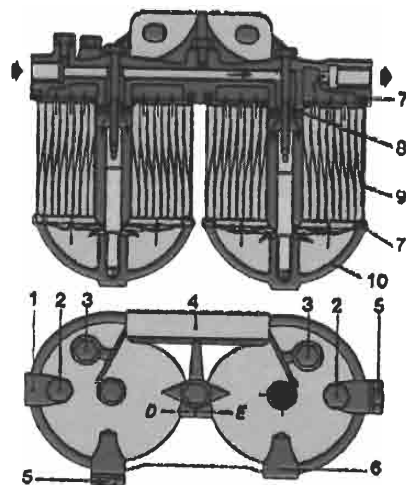
**196. - SIN CUERPO:** De papel de filtro tratado con resina sintética de gran poder filtrante cuando está mojado. Con este filtro se elimina el recipiente del cartucho filtrante.

- **CON DOBLE CARTUCHO:** Dos filtros sin cuerpo montados en serie o más frecuentemente en paralelo.



Filtro sin cuerpo

1 Cartucho de filtro. 2 Tapa soporte. 3 Cuba de sedimentación. 4 Anillo de junta. 5 Anillo de junta.



Filtro con doble cartucho

1 Conexión de entrada. 2 Tapón para purga de aire (entrada). 3 Tapón de purga de aire (salida del carburante filtrado). 4 Tapa de filtro. 5 Conexiones cerradas. 6 Conexión de salida. 7 y 8 Juntas de cierre. 9 Cartuchos filtrantes. 10 Cubetas del filtro.

## MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS DE CARBURANTE

**197. Todos los filtros** llevan o van metidos en unos **cartuchos** con entrada y salida para el gas-oil, llevando un tapón de vaciado en su parte inferior, para poder quitar las partículas depositadas en su fondo. Su **limpieza debe realizarse a menudo** y su cambio según recomiende el fabricante.

## CIRCUITO DE ALTA PRESION

**198.** En este circuito el **carburante circula con gran presión en la bomba de inyección**, necesaria para vencer la resistencia del muelle del inyector.

### BOMBA DE INYECCION (INYECTORA)

**199.** Es el **elemento encargado de suministrar el carburante** en la cantidad precisa, en las condiciones necesarias y en el momento adecuado. La **bomba inyectora** ha de **inyectar** el carburante a una **presión muy alta** pero en **pequeña cantidad** y muy bien dosificada, ya que para quemar **un gramo de gasóleo se necesitan 32 gramos de aire**. Sin embargo, en motores con bomba inyectora rotativa, considerando que ésta puede ser de varios tipos, el consumo aproximado es de 1 litro de combustible (gasóleo o gasolina) por 15.000-25.000 litros de aire y con bomba inyectora lineal 1 litro de gasóleo por 13.000 litros de aire.

**200.** La **bomba inyectora** debe reunir las **siguientes condiciones**:

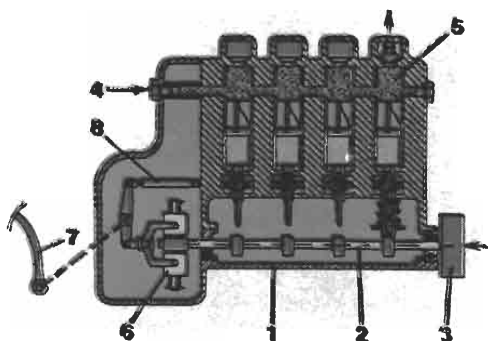
- **Dosificación exacta** de la cantidad de carburante a inyectar, en cada inyector, en función de las necesidades del motor.
- **Distribución de caudales iguales** para cada cilindro.
- **Pequeño tiempo de inyección**.
- **Inyección en el momento adecuado**.

**201.** Las **bombas de inyección** se clasifican en **dos clases**:

- **Lineales.**
- **Rotativas.**

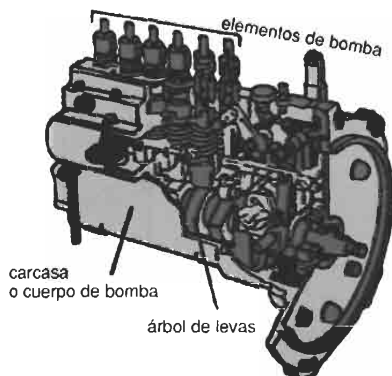
### BOMBAS LINEALES

**202.** **Poco usada actualmente**, la bomba de inyección lineal está compuesta por un **cuerpo de bomba**, dentro del cual se aloja un **árbol de levas**, con **una leva** por cada **cilindro** de la **bomba inyectora**, que gira a la mitad de vueltas que el cigüeñal, es decir, igual que el árbol de levas de la distribución del cual recibe el movimiento.

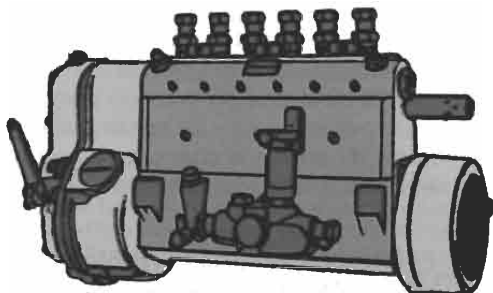


Esquema de una bomba lineal.

**1** Cuerpo de bomba. **2** Arbol de levas. **3** Acoplamiento. **4** Entrada de carburante. **5** Elemento de bomba. **6** Regulador centrífugo. **7** Pedal acelerador. **8** Cremallera de mando.



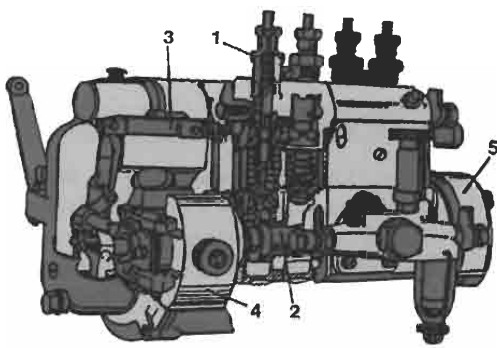
Sección de una bomba lineal



Conjunto de una bomba lineal

**203. Dentro del cuerpo de bomba lineal se alojan, además, los elementos de bomba (émbolos), tantos como número de cilindros.**

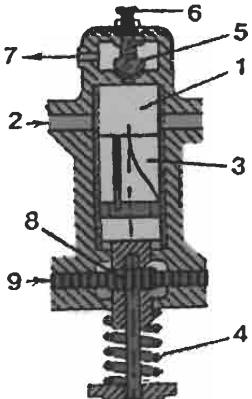
La bomba también está **dotada de un regulador** que limita el número de revoluciones, tanto mínimas (ralentí) como máximas, y de un regulador de inyección que regula el principio de la misma. (Véase art. 230).



Elementos de una bomba lineal.

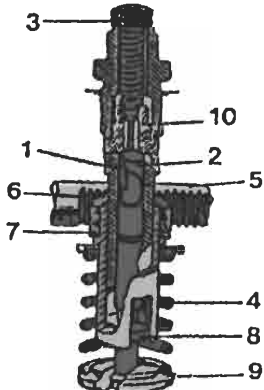
- 1 Elemento de bomba. 2 Eje de levas. 3 Barra de regulación.
- 4 Regulador de revoluciones. 5 Regulador de inyección.

**204. Existe un elemento o émbolo de bomba por cada cilindro del motor y cada elemento consta de un pistón y un cilindro.**



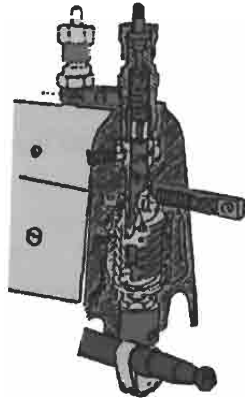
Elemento de bombeo

- 1 Cilindro. 2 Colector de carburante. 3 Pistón. 4 Muelle. 5 Válvula. 6 Tornillo de regulación. 7 Salida hacia el inyector. 8 Sector dentado. 9 Cremallera.



Sección de un elemento de bomba.

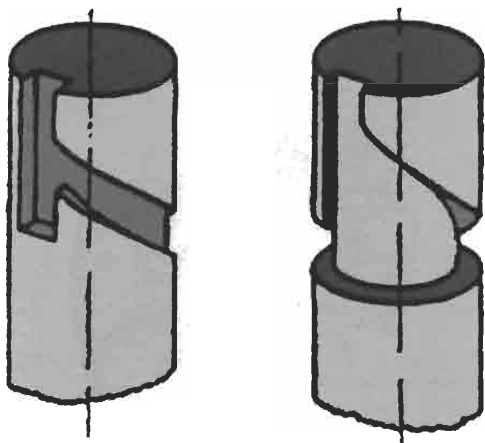
- 1 Cilindro. 2 Émbolo. 3 Válvula. 4 Muelle. 5 Cremallera. 6 Sector dentado. 7 Manguito de control. 8 Platinillo superior. 9 Platinillo inferior. 10 Guía del émbolo.



Detalle del sistema de control

**205. El émbolo que tiene una carrera fija y recibe el movimiento vertical de una leva del árbol de levas de la bomba, tiene practicada una ranura vertical y un corte sesgado o bisel, que se extiende desde el borde superior hasta una ranura anular en forma de hélice, la cual sirve para regular el caudal de carburante a inyectar.**

El cilindro tiene dos orificios transversales colocados opuestamente y está cerrado por arriba por una válvula de presión.

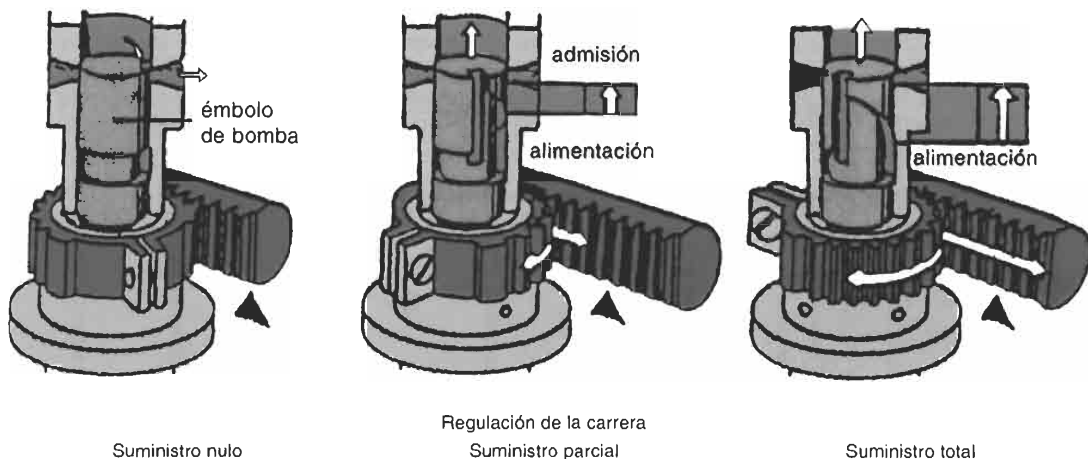


Émbolos con ranura helicoidal

**206. El émbolo y el cilindro forman un conjunto emparejado no intercambiable sin que dejen pasar carburante alguno entre ellos. Un taqué de rodillo transmite la carrera al émbolo de la bomba y lo empuja hacia arriba contra la presión del muelle del pistón.**

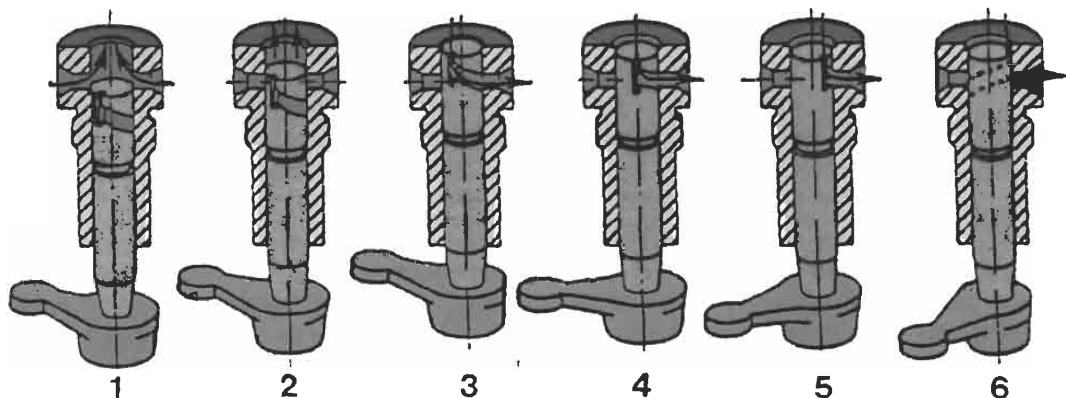
El **émbolo cierra** los **orificios** transversales en el **cilindro** y presiona el carburante en la boquilla de inyección, pero la **ranura helicoidal** del émbolo **deja libre** de nuevo un **orificio** en el cilindro después de un breve espacio de tiempo haciendo **retroceder el carburante sobrante** al canal de entrada.

**207. El émbolo tiene una carrera de alimentación limitada. La cantidad suministrada varía con el giro del émbolo que se consigue mediante un sector dentado que lo hace girar y que es accionado por una cremallera dentada que se desplaza por acción del pedal acelerador.**



En estas tres posiciones se puede observar como el movimiento de giro del émbolo se realiza por una cremallera dentada que acciona el sector dentado del émbolo de la bomba.

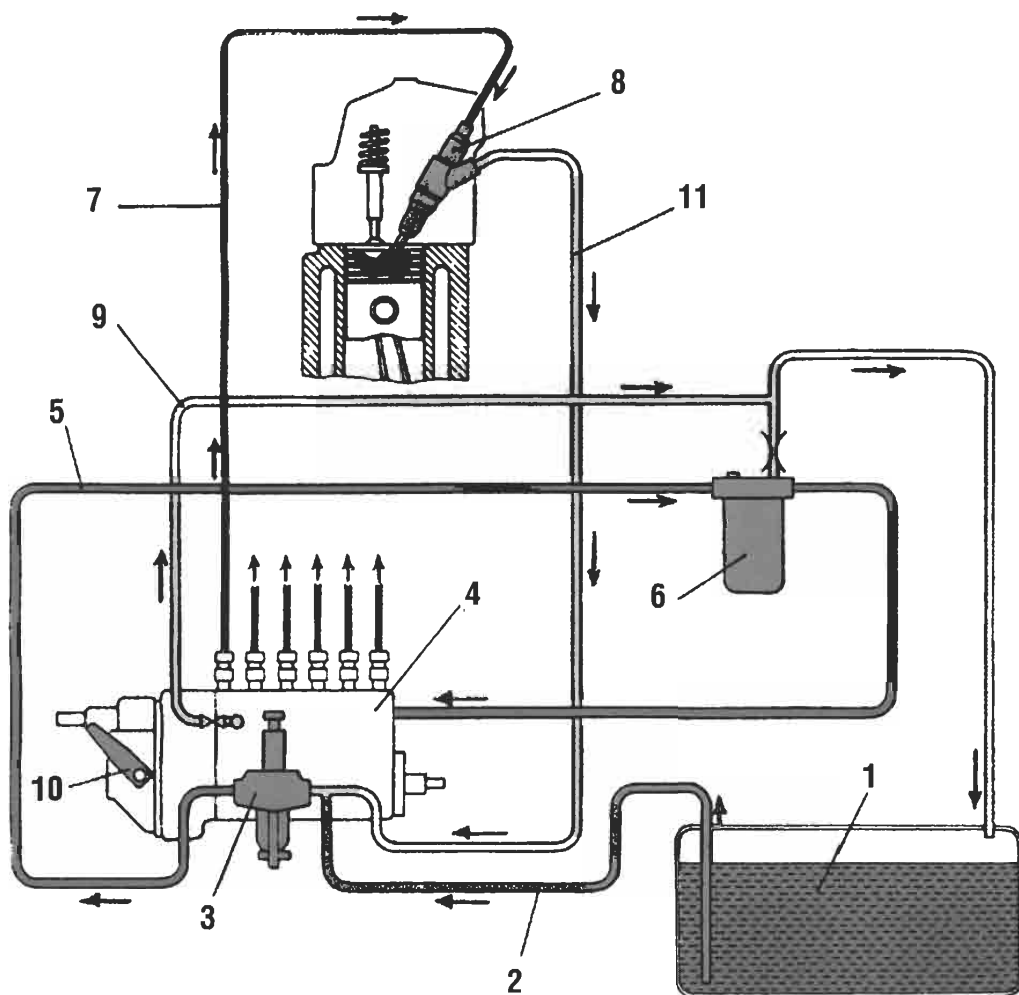
El corte de inyección o parada del motor actualmente se consigue automáticamente mediante una válvula cónica accionada por un relé que lleva la bomba conectada a la llave de contacto cortando el paso del carburante (gas-oil) a los inyectores.



Funcionamiento de un elemento de bomba

**1** Al no accionar la leva el émbolo, éste descubre las lumbreras de carga llenándose la parte superior del cilindro. **2** Al accionar la leva el taqué y elevarse el émbolo, se produce la elevación de presión y se vence la resistencia de la válvula de presión, enviándose el carburante con suficiente presión para que se produzca la inyección mientras exista la suficiente presión en el interior del elemento de bombeo. **3** Cuando el borde inferior de la ranura helicoidal coincide con la lumbrera de descarga, se produce un escape de carburante a través de esa lumbrera. **4, 5 y 6** Como la carrera del émbolo es invariable, la cantidad de carburante a inyectar en cada embolada se regula haciendo que la ranura en hélice llegue antes o después a la lumbrera de descarga girando el émbolo para avanzar o retrasar la comunicación de la cámara del cilindro con dicha lumbrera, obteniéndose un mayor o menor suministro de carburante a inyectar en el motor, en función de la carga y potencia a desarrollar por el mismo.

## ESQUEMA DE UN CIRCUITO DE INYECCION EN UN MOTOR DIESEL



1 Depósito de combustible. 2. Tubería de acceso a la bomba de alimentación. 3. Bomba de alimentación. 4. Bomba de inyección. 5. Tubería hacia el filtro. 6. Filtro. 7. Tubo de impulsión. 8. Inyector. 9. Conducto de rebose de la bomba de inyección. 10. Regulador. 11. Conducto de rebose del inyector

**208.** El depósito de combustible (1) dispone de un **conducto** de salida (2) hacia la **bomba** de alimentación (3) **adossada** a la **bomba** de inyección (4). El combustible **bombeado** pasa por el **conducto** (5) y el **filtro** (6) hacia la **bomba** de inyección (4) a la espera de ser **bombeado** a alta presión por medio de los **tubos** de impulsión (7) hacia el **inyector** (8), cuya punta inyectora se encuentra en contacto directo con la cámara de combustión.

El combustible **no utilizado** por la **bomba** de inyección (4) se **devuelve** a través del **circuito** de retorno (9) al **depósito** (1) y el **no utilizado** por el **inyector** se devuelve a través del **circuito** (11) a la **bomba** de alimentación (3).

El **regulador** (10) de la **bomba** de inyección (4) determinará mandar **mayor o menor** cantidad de combustible **al inyector**.

## TUBERIAS

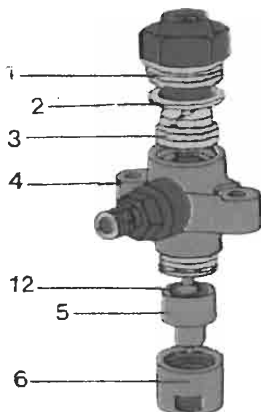
**209.** Las **tuberías** de acceso a la bomba de alimentación, al filtro de carburante, los **tubos de impulsión** del carburante, **conductos de rebose** de los inyectores y de la bomba, debido a que algunos de ellos trabajan a alta presión, **deben ser revisados exteriormente por si hubiera alguna pérdida** de carburante, que en tal caso **deberá corregirse** a la mayor brevedad.

## INYECTOR

**210.** Se trata del **último elemento del circuito de alimentación**, de mucha precisión, cuya **misión es la de introducir el carburante** que recibe de la bomba **a gran presión**, en el interior de las **cámaras de combustión** del motor (cilindros). Cada inyector consta de **un pistón y un cilindro** y serán **tantos como número de cilindros tenga el motor**.

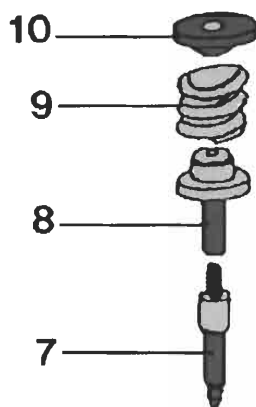
El conjunto está formado por el **inyector (5)**, propiamente dicho, unido a través de un **tubo metálico (6) al portainyector (4)** que mediante unas bridas va unido a la **culata**.

**211.** Interiormente, se desplaza una **válvula de aguja cónica (7)**, que se asienta sobre la **tobera del inyector (5)** cerrando el orificio u orificios de salida, y una **varilla de empuje (8)** situada en el **portainyector (4)** que se asienta sobre la **válvula (7)**. En la parte superior del portainyector va un **muelle (resorte) (9)** que mantiene la presión de cierre en la **válvula (7)** (presión de inyección), regulada por el **tornillo de reglaje (3)**.



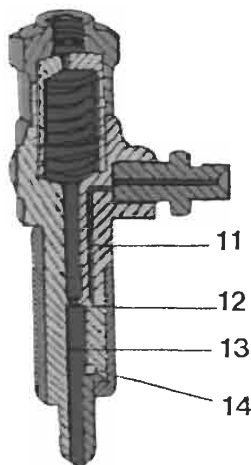
Despiece del inyector

**1** Racor de cierre. **2** Arandela junta. **3** Tornillo de reglaje.  
**4** Porta-inyector. **5** Cuerpo de tobera o inyector. **6** Tubo metálico roscado (manguito). **12** Ranura anular.



Despiece del inyector

**7** Válvula de aguja. **8** Varilla de empuje. **9** Muelle regulador.  
**10** Arandela de asiento.



Sección del conjunto

**11** Orificio de entrada. **12** Ranura anular. **13** Orificio de alimentación de la tobera. **14** Cámara de presión.

**212.** El carburante procedente de la bomba inyectora, pasa por un **conducto interior (11)** del porta-inyector hasta una **ranura anular (12)** situada en la cámara de asiento del inyector y de allí, por unos **orificios (13)** a la **cámara de presión (14)**.

Cuando el carburante alcanza la **presión determinada** de inyección (mayor que en los motores de explosión), **regulada** por la tensión del **muelle**, se levanta la válvula de su asiento, **dejando pasar el carburante** a través del orificio u orificios de la tobera a la **cámara de combustión** del motor.

Cuando se ha **inyectado** todo el **carburante** necesario, el **muelle** hace que la **válvula de aguja cónica** ocupe su posición de reposo **no dejando pasar más carburante**.

## ARRANQUE EN FRÍO DEL MOTOR DIESEL

- 213.** Debido a que la inflamación de la mezcla se produce por autocombustión mediante la elevación de la temperatura y presión, cuando se produce la puesta en marcha, especialmente en tiempo frío, el aire y las paredes del cilindro se encuentran a baja temperatura, la inflamación del carburante es más dificultosa.
- 214.** Para resolver este inconveniente, se utilizan distintos sistemas para calentar la cámara de compresión o los colectores de admisión. Algunos son:
- **Injectando un líquido muy volátil**, que favorezca la inflamación, como es el ETER. Este sistema ya no se emplea.
  - **Acoplado una resistencia en el colector de admisión** que caliente el aire de admisión.
  - **Colocando unas bujías de calentamiento**, que es el **sistema generalizado**.

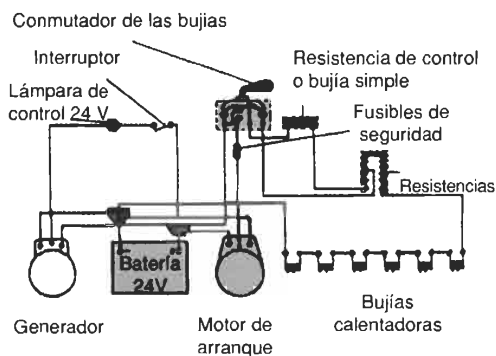
### BUJÍAS DE INCANDESCENCIA (CALENTADORES)

- 215.** La puesta en marcha con este sistema es el que más ventajas ofrece y, además, la mayoría de los motores necesitan **bujías calefactoras o calentadores**, por ser de **inyección indirecta**.

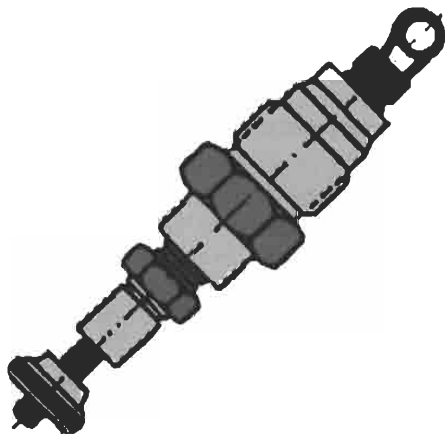
Estas bujías, que sólo se utilizan con la **llave** en posición de la puesta en marcha, **no tienen electrodos** (no producen chispa), sino que son tipo lámpara de incandescencia (polos unidos). Son **bipolares**, montadas, generalmente, **en paralelo**, muy próximas al chorro de gas-oil injectado, accionadas al girar la **llave de contacto** (antes de la puesta en marcha del motor de arranque) por la energía de **baja tensión** de la batería que llega simultáneamente a **todas las bujías**.

- 216.** Cuando están en funcionamiento las bujías, se enciende una luz testigo en el tablero de mandos, que hasta que se apague no se debe accionar la puesta en marcha eléctrica (motor de arranque), que es cuando el **aire de la cámara de compresión** se ha **calentado** para el **autoencendido**.

En algunos casos, las bujías van conectadas **en serie**, pero tienen el inconveniente que si se funde el filamento de una, las demás tampoco funcionan.



Instalación de bujías calefactoras en serie



Bujía calefactora bipolar

## COLECTOR DE ADMISION Y ESCAPE

### COLECTOR DE ADMISION

**217.** En el **tiempo de admisión**, los **cilindros aspiran** aire o mezcla carburada, según sea el motor de gasóleo o de gasolina, a **través de unos tubos y conductos** lo más cortos y rectos posible, para su **traslado** a las **válvulas de admisión**.

El **tubo común** por el que se **alimentan** los **cilindros** recibe el nombre de "**colector de admisión**", situado en la **culata** entre el filtro del aire (carburador) y la válvula de admisión de los cilindros.

### COLECTOR DE ESCAPE

**218.** Los **gases quemados** dentro del cilindro en el tiempo de **expansión salen** al exterior por otro conducto llamado "**colector de escape**", situado entre la válvula de escape y tubo de escape donde se encuentra el silenciador al final del mismo.

Los **gases quemados** en todos los cilindros **van a parar** al colector de **escape** y por un tubo pasan al **silenciador** o silencioso para ser evacuados al exterior.

**219.** El **ruido** que se produce **por el choque** de los gases con el aire exterior **es reducido por el silenciador**, quitándoles velocidad y fuerza hasta la expulsión a la atmósfera.

Esto **se consigue** aumentando el recorrido y el espacio que van ocupando los gases por medio de **divisiones** o tabiques perforados, que permiten su **dilatación** y salen al aire libre de forma continua y a poca presión y temperatura.

En algunos automóviles **el silenciador** se desdobra en **dos unidades**, una después de la otra, con objeto de obtener el **máximo silencio** con la mínima pérdida de potencia a todas las velocidades y cargas del motor.

El empleo de **escape libre** o semilibre, además de estar **prohibido**, **no reporta ventajas** apreciables respecto a la **potencia** útil del motor, incluso en los de dos tiempos es perjudicial.

## MEDICIONES Y CARACTERISTICAS DE UN MOTOR

**220. CALIBRE O DIAMETRO:** Es el **diámetro interior** del **cilindro** expresado en milímetros (mm).

**CARRERA:** Es la **longitud** existente entre el **Punto Muerto Superior (PMS)** y el **Punto Muerto Inferior (PMI)**, es decir, el recorrido del pistón expresado en milímetros (mm).

**CILINDRADA:** Es el **volumen** ocupado por el **cilindro entre su PMS y su PMI**. En un motor **polcilíndrico** (varios cilindros) es el **volumen** en un **cilindro multiplicado** por el **número de cilindros**. Se obtiene **multiplicando** la **sección o calibre** del cilindro **por la carrera del pistón**.

$$V = S \times \text{carrera} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L$$

**221. RELACION DE LA CARRERA Y EL DIAMETRO:** Es el **cociente** entre la **carrera** y el **diámetro**.

Si la carrera es **mayor** que el diámetro, el **motor** se denominará **alargado**, si son **iguales cuadrado**. Si la carrera es **menor** que el diámetro el **motor** es **supercuadrado**, cuya relación es de 0,77.

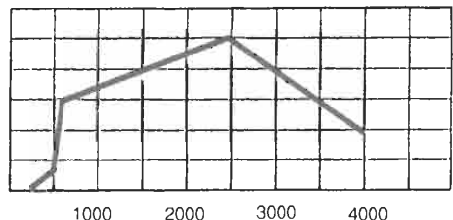
**CAMARAS DE COMPRESION:** Son las **oquedades** formadas entre la **culata** y el pistón, donde **quedan comprimidos los gases** después de la fase de compresión. También se llama **cámara de explosión o de combustión**, dependiendo del tipo de motor.



**222. RELACION DE COMPRESION:** Es la **relación** que existe entre el **volumen total** (V) que ocupa la **mezcla admitida** (pistón PMI), y el **volumen que queda** (v) cuando el **pistón** ha alcanzado su **PMS** (relación de volúmenes antes y después de la compresión). En los **motores de explosión** varía de **7 a 11** y en los de **combustión** de **18 a 24**. La **relación de compresión** dependerá de la **cilindrada** y del **volumen de la cámara de compresión** de cada cilindro.

Relación de compresión es:  $\frac{V+v}{v}$

**223. PAR MOTOR:** Es el **esfuerzo de giro**. Cuanto más intenso sea el **empuje** sobre el pistón, **mayor es el par** aplicado sobre el volante del motor. A **velocidades medias** del motor el **llenado** de los cilindros es **alto** desarrollándose **presiones** de combustión **más altas**, consiguiéndose el **par motor máximo**. A medida que la **velocidad** del motor es **mayor** el **par motor disminuye**. (Véase art. 672).  
**A más cilindros más uniforme el par motor.**



A velocidades medias se consigue el par motor máximo, donde se mantiene, disminuyendo a manera que aumentan las r.p.m. del motor.

**POTENCIA DEL MOTOR:** La **potencia** o "**fuerza motriz**" o "**potencia al freno**" de un motor se mide en **caballos** (CV) o en **Kilovatios** (Kw) (1 CV=0.736 Kw)), que **dependerá**, fundamentalmente, de su **cilindrada** y de sus **revoluciones** por minuto, y a su vez del grado de **llenado** de los cilindros y de la **relación de compresión**. **A más revoluciones mayor potencia.**

## CONSUMO

**224.** El **consumo** está referido al régimen de **revoluciones** del motor y determina el **régimen económico** por el cual se obtiene el **funcionamiento óptimo** del motor.

**Se puede ahorrar** combustible **evitando cargas inútiles en el vehículo**, llevando la **presión de inflado** de los neumáticos que **recomienda** el fabricante y **conduciendo de forma uniforme** evitando las arrancadas, aceleraciones y frenadas bruscas. En proporción, el consumo aumenta más que la velocidad.

**También se debe evitar calentar el motor** con el **vehículo parado**, haciéndolo en marcha lenta y **parar el motor** en caso de **detenciones prolongadas**.

Se deberá **seleccionar la marcha adecuada** a la **velocidad y carga** del vehículo y llevar las **ventanillas cerradas**.

Estando el **motor frío** el **consumo** de carburante será **mayor**.

## CONTAMINACION

### MOTORES DE COMBUSTION

**225. Se prohíbe la circulación** de los vehículos de motor de combustión interna **sin un dispositivo que evite la proyección descendente** al exterior de **combustible no quemado o lancen humos** que dificulten la visibilidad o resulten nocivos.

La producción de **humos en el escape** puede ser debida, en general, a las siguientes causas:

### HUMOS NEGROS

**226. Combustión incompleta**, normalmente por exceso de combustible (gas-oil) y, en menor grado, por escasez de aire en la combustión. (Véase art. 242).

### HUMOS BLANCO-AZULADOS

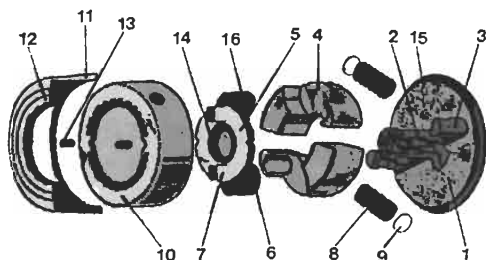
- **Sube aceite a la cámara de combustión** por desgaste de los cilindros y segmentos. (Se quema el aceite con el combustible).

## AVANCE A LA INYECCION (REGULADOR DE LA INYECCION)

**227.** Este **dispositivo** tiene la misión de asegurar la **inyección exactamente en el momento adecuado**, regulando el grado de avance a la inyección en el tercer tiempo (combustión).

La regulación se puede controlar normalmente actuando sobre el árbol de levas de la bomba de inyección mediante un sistema mecánico.

No obstante, en la **mayoría** de los motores la inyección se regula automáticamente mediante un **regulador centrífugo** de avance automático a la inyección, acoplado a la prolongación del árbol de levas de la bomba inyectora mediante unos **contrapesos**.



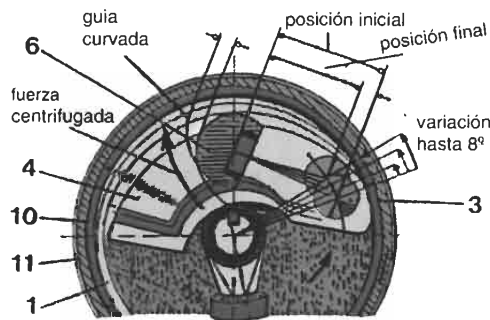
Despiece del regulador de la inyección automática  
**1** Plato de acoplamiento. **2** Manguito roscado. **3** Perno de acoplamiento. **4** Contrapesos. **5** Brida de arrastre. **6** Salientes de acoplamiento. **7** Garras de arrastre. **8** Muelle. **9** Arandela de reglaje. **10** Cápsula soporte. **11** Tapa. **12** Retén. **13** Pivote de fijación. **14** Anillo de goma. **15** Orificio de engrase. **16** Alojamiento.

## FUNCIONAMIENTO

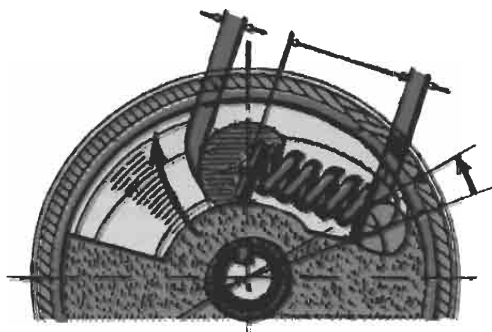
**228.** Cuando el **motor aumenta su régimen** de giro, los **contrapesos**, por acción de la fuerza centrífuga, **se desplazan hacia el exterior** (mediante un mando articulado y giratorio), **empujando a los salientes de la brida de mando**, que se desplazan comprimiendo los muelles y disminuyendo el ángulo de acoplamiento en la brida de arrastre, la cual, al no poderse adelantar ni retrasar por estar unida a la transmisión del motor, **hace que sean los pernos los que se desplazan en el sentido de avance de la bomba, logrando un adelanto de las levas** del mismo.

**229.** El **ángulo de avance** a la inyección **varía un máximo y un mínimo** según el **desplazamiento de los contrapesos**. El **desplazamiento es mayor para un número de revoluciones bajo y se reduce a medida que el número de revoluciones aumenta**. El avance varía con las revoluciones del motor (a más revoluciones más avance, si bien, el avance a la inyección es mayor a medios gases) y con ello el punto de la inyección.

El **exceso de avance** en la inyección **produce** el ruido conocido como **"Picado de biela"**.

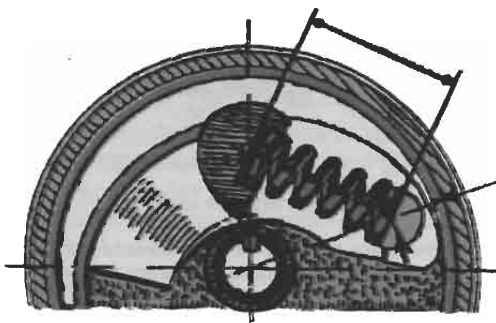


Funcionamiento del regulador de inyección.  
**1** Plato de acoplamiento. **3** Perno de acoplamiento. **4** Contrapesos. **6** Saliente de acoplamiento. **10** Cápsula soporte. **11** Tapa.



Posición final

Funcionamiento del regulador



Posición inicial

## REGULADOR DE VELOCIDAD

**230.** El **regulador de velocidad** de la bomba inyectora, cuya misión es la de evitar que el motor se pase de revoluciones, se dispone con **dos finalidades**:

- **Regular la velocidad de rotación al ralentí** (velocidad mínima)
- **Regular la velocidad de rotación máxima** (velocidad máxima o corte de inyección)

Pueden ser de **dos tipos**:

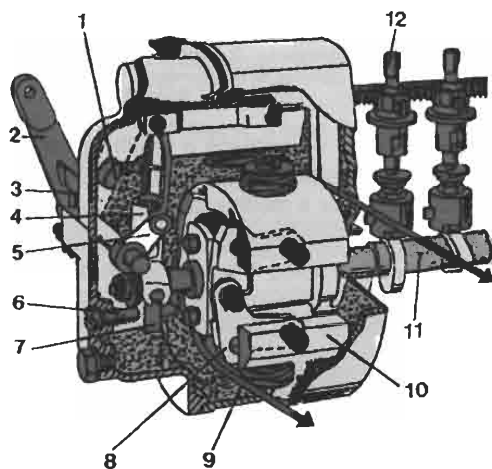
- Regulador **centrífugo** (mecánico).
- Regulador **por depresión** (vacío).

## REGULADOR CENTRIFUGO (MECANICO)

**231.** Controla la **velocidad máxima y mínima** por la acción que ejerce la **fuerza centrífuga** sobre dos masas en rotación que se desplazan más o menos **en función de la velocidad de giro** que les comunica el árbol de levas de la bomba inyectora, cuyas masas controlan el movimiento de la cremallera sobre los elementos de bombeo.

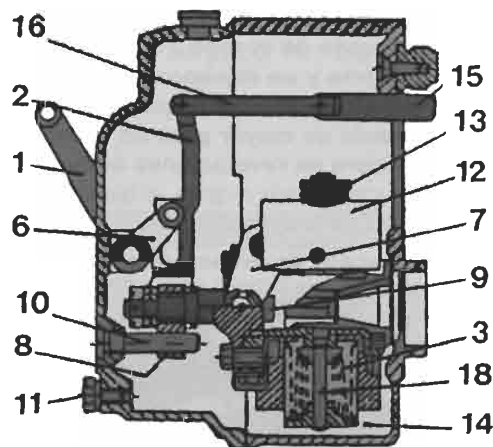
El regulador se encuentra **situado en un extremo del árbol de levas de la bomba inyectora**, formado por una carcasa de aleación ligera, en la cual se alojan el equipo de regulación y el sistema de mando de la cremallera.

**Se emplea en los motores Diesel grandes y medianos.**



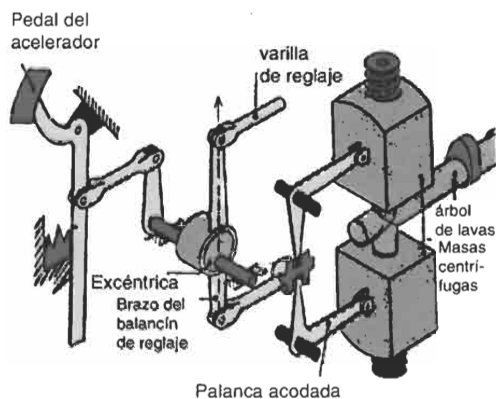
Conjunto regulador centrífugo

**1** Tope de plena carga. **2** Palanca de acelerador. **3** Tope de parada. **4** Palanca de regulación **5** Palanca intermedia de mando. **6** Pernos de guía. **7** Cabezal cruzado. **8** Palanca angular. **9** Muelles de regulación. **10** Peso centrífugo. **11** Eje de levas. **12** Embolos.



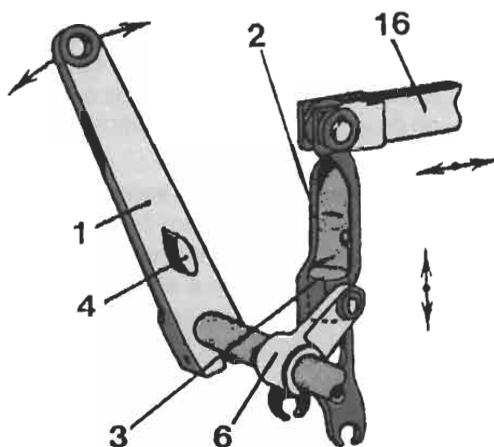
Sección transversal regulador centrífugo

**1** Palanca acelerador. **2** Colisa. **3** Dado deslizante. **6** Palanca de mando. **7** Palanca angular. **8** Pieza articulación. **9** Eje de articulación. **10** Perno de guía. **11** Tapón nivel de aceite. **12** Mesa rotante. **13** Muelles reguladores de tensión. **15** Varilla de regulación (cremallera). **16** Horquilla de articulación. **18** Eje desplazamiento de las masas.



Esquema de un regulador centrífugo

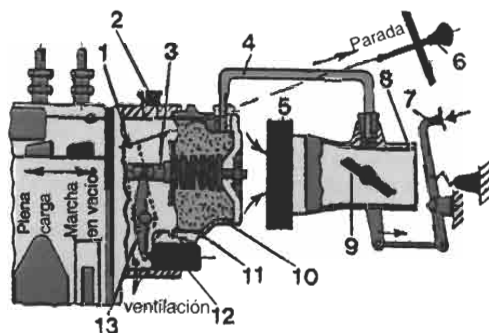
Mediante la palanca (1), accionada por el pedal del acelerador, se hace girar un eje, que lleva en un extremo la palanca de mando (6), unida a un dado deslizante (3) que se desplaza por el interior de una palanca hueca de regulación (2), cuyo extremo superior se articula con la horquilla de mando de la cremallera (16).



Sistema de mando de la cremallera

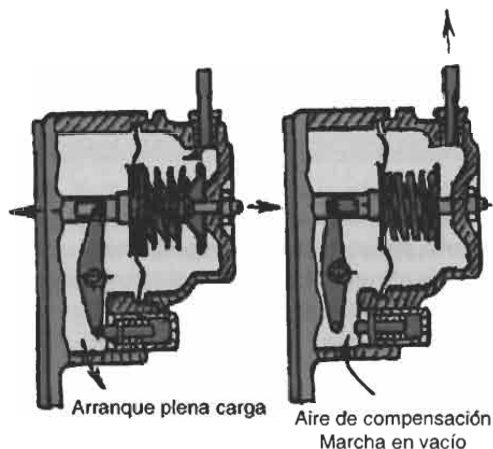
## REGULADOR POR DEPRESION (VACIO)

**232.** Esta clase de **regulador de velocidad** por depresión (neumático) se emplea en motores Diesel pequeños.



Regulador neumático de velocidad

1 Palanca de regulación. 2 Engrasador. 3 Barra de regulación. 4 Tubería accesoria. 5 Filtro de aire. 6 Tirador para regulación. 7 Pedal de marcha. 8 Tubo de aspiración. 9 Válvula de mariposa. 10 Muelle de regulación. 11 Membrana. 12 Tope plena marcha. 13 Palanca doble.



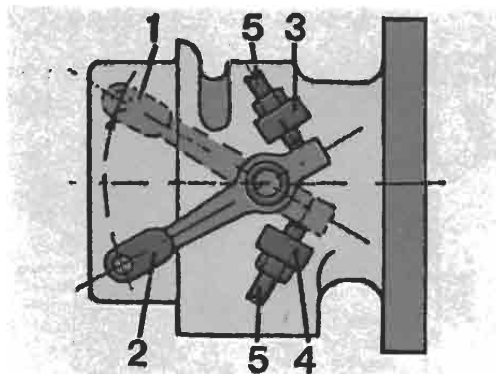
Posiciones de trabajo del regulador por depresión

**233.** Este **regulador** lleva colocada una **válvula de mariposa** en el colector de admisión. El pedal acelerador acciona la mariposa colocada en el canal de aspiración de aire del motor (colector de admisión) y la depresión alternativa actúa sobre la membrana del regulador, mandando así la barra de regulación de la bomba de inyección.

**234.** El **régimen entre mínima y máxima velocidad**, conseguido por el desplazamiento de giro de la mariposa de gases, **se regula** por medio de unos **topes** situados sobre el cuerpo de venturi y entre cuyos límites se mueve la palanca del acelerador.

**Este regulador** tiene la **ventaja** de ser **sencillo y económico**, pero tiene la **desventaja**, sobre el centrífugo, de carecer de **gran precisión** de regulación **a altos regímenes** de velocidad.

**234.1** Algunos vehículos pesados llevan un **limitador de velocidad**, acoplado a la bomba inyectora, con el fin de que el vehículo no supere una velocidad determinada por alguna causa. (B.O.E. 21-1-95).

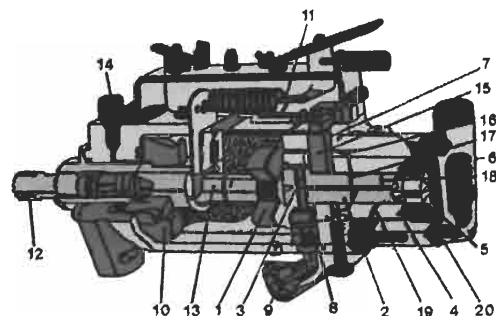


Posiciones de la mariposa de gases

**1** Posición a plena carga. **2** Posición a ralentí. **3** Tope de ralentí. **4** Tope de carga máxima. **5** Tornillos de reglaje.

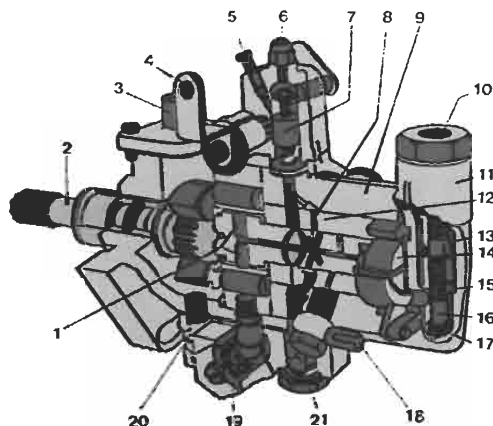
## BOMBAS ROTATIVAS

**235.** Empleadas en turismos debido a su simplicidad, estanqueidad, tamaño y peso. **Pueden colocarse vertical u horizontalmente**, autolubrificándose con el mismo gas-oil.



Bomba rotativa con regulador de inyección automático.

**1** Placa de transmisión. **2** Distribuidor. **3** Embolos de bomba. **4** Cabezal hidráulico. **5** Bomba de transferencia. **6** Válvula reguladora de presión. **7** Válvula dosificadora. **8** Corona de levas. **9** Variador de avance automático. **10** Conjunto de masas centrífugas. **11** Mando de aceleración. **12** Arbol de acoplamiento. **13** Arbol conductor. **14** Rácor de carburante sobrante. **15** Lumbrera de sincronización. **16** Lumbrera de dosificación. **17** Lumbrera de admisión. **18** Lumbrera de distribución. **19** Lumbrera de salida al inyector. **20** Placa extrema.



Bomba rotativa con regulador de velocidad hidráulico.

**1** Embolos de bomba. **2** Arbol conductor. **3** Conexión de descarga. **4** Palanca de control. **5** Tope de marcha lenta en vacío. **6** Tornillo de aceleración. **7** Regulador hidráulico. **8** Válvula dosificadora. **9** Cabeza hidráulica. **10** Entrada de carburante. **11** Conjunto de válvula reguladora. **12** Distribuidor impulsor. **13** Filtro de nylon. **14** Bomba de transferencia. **15** Manguito de válvula reguladora. **16** Embolo de regulación. **17** Muelle cebador. **18** Al inyector. **19** Dispositivo de avance automático. **20** Corona de levas. **21** Dispositivo de avance manual

**236.** Estas bombas emplean un **único elemento de bombeo** para comprimir y distribuir el carburante debidamente dosificado a cada uno de los cilindros del motor.

Llevar como en el caso de las bombas lineales, un **variador de avance a la inyección automática y un regulador de velocidad**, que puede ser **centrífugo o hidráulico**.

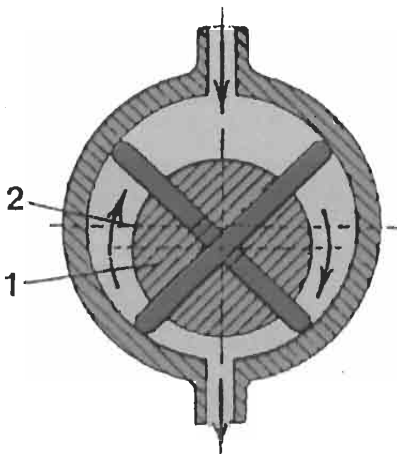
**237.** Existen una serie de **elementos comunes** a todas las bombas rotativas, independientemente del sistema de regulación utilizado.

Estos elementos son:

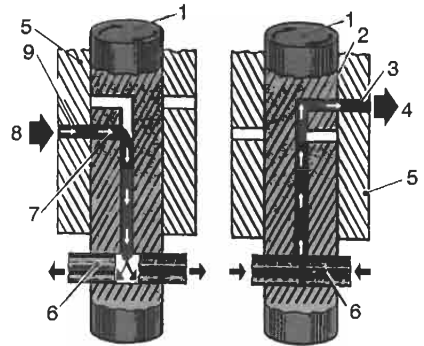
- **Rotor de bombeo y distribución (distribuidor y giratorio).**
- **Bomba de transferencia.**
- **Reguladores:** mecánico o hidráulico.
- **Sistema de avance.**
- **Válvula reguladora de presión.**
- **Válvula dosificadora.**

## ROTOR (DE BOMBEO Y DISTRIBUCION Y EL CABEZAL HIDRAULICO)

**238.** Este rotor recibe el movimiento de un árbol que es accionado por el **sistema de distribución** del motor. Va ajustado sin juego radial en un cabezal hidráulico fijo, y lleva un orificio axial a lo largo de casi toda la longitud que pone en contacto la cámara del elemento de bombeo con los orificios de alimentación (tantos como número de cilindros) y el orificio de distribución.



Bomba de transferencia  
1 Rotor. 2 Cámara.



1 Rotor. 2 Orificio del distribuidor. 3 Orificio de salida. 4 Combustible a inyector. 5 Cabezal hidráulico. 6 Elementos de la bomba. 7 Orificio de admisión. 8 Entrada de combustible. 9 Orificio de dosificación.

## BOMBA DE TRANSFERENCIA

**239.** Tiene la **misión de aumentar la presión del carburante** procedente del circuito de alimentación hasta el valor necesario en la válvula de dosificación que alimenta el elemento de bombeo.

Como la **capacidad** de esta bomba es **muy superior a la necesaria**, la presión es regulada por la **válvula de presión**.

## VALVULA REGULADORA DE PRESION

**240.** Está **situada junto a la placa extrema de la bomba inyectora** y adosada a dicha placa, realizando dos funciones:

- **En posición de paro asegura el llenado** completo de la bomba de inyección y la purga de los elementos situados en el cabezal hidráulico (cebado).
- **En marcha, controla el exceso de presión** a la salida de la bomba de transferencia, manteniendo la presión adecuada sobre la válvula dosificadora en función de la velocidad de régimen del motor.

## VALVULA DOSIFICADORA

**241.** Tiene la misión de recibir el carburante de la bomba de transferencia y mandarlo, debidamente dosificado, al elemento de bombeo. Se emplean dos tipos:

- **De émbolo deslizante** (bombas con regulador hidráulico).
- **De émbolo giratorio** (bombas con regulador mecánico).

## INYECCION ELECTRONICA MOTOR DIESEL

**241.1** El elemento fundamental de este sistema es la **Unidad Electrónica de Control (UEC)**, que no es más que un **microprocesador** provisto de memorias grabadas con todas las posibilidades de **funcionamiento y de soluciones** que debe determinar, por medio de una orden eléctrica, el control de la **posición exacta de la cremallera** de dosado de carburante en cada instante.

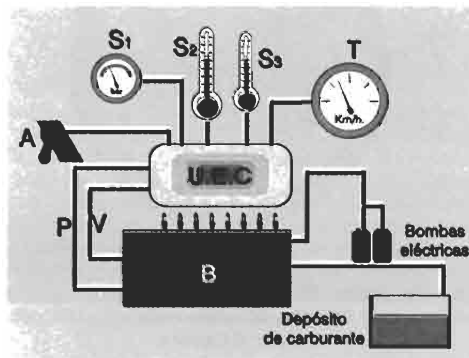
Por medio de unos **sensores** la **UEC** recibe la **información** permanentemente, que procesa y elabora, de la **velocidad de giro del motor**, de la **aceleración** (posición del acelerador) y del **momento de la inyección**. También recibe información de la **temperatura del colector**, de la del **carburante** y la del **aire exterior** (si está frío aumenta el caudal), así como del estado de los **valores de presión** en la **sobrealimentación** y de la **presión atmosférica** para el control del oxígeno y del estado del caudal de carburante.

Las órdenes elaboradas y dadas por la **UEC** pasan a un **convertidor** que **actúa** directamente **sobre la cremallera** y a **otro convertidor** que **controla** el estado del **variador de avance** de la inyección para adecuarlo con la velocidad del motor.

El resultado de la **inyección electrónica** se traduce en **aprovechar al máximo la energía** del carburante y conseguir **disminuir la contaminación**.

### FUNCIONAMIENTO (Motor turboalimentado)

**241.2** Los principales elementos son la **bomba de inyección (B)** con un **convertidor** electro-magnético (no dispone de variador mecánico de avance), la **Unidad Electrónica de Control (UEC)**, el **pedal de acelerador (A)** que acciona el conductor para aumentar o disminuir la velocidad del régimen del motor (caudal de carburante), el **sensor de presión de carga (S1)** para conocer la **presión en el colector** de admisión para deducir la cantidad de aire que entra en los cilindros y poder determinar un aumento o disminución de carburante aportado a los inyectores, el **sensor exterior (S2)** que **controla la temperatura del aire** que entra en el colector antes de pasar por el turbo y otro **sensor (S3)** en contacto con el **líquido refrigerante**.



Inyección electrónica

La **UEC** debe **conocer** constantemente la **velocidad de giro del motor**, dato que suele **tomar** de la **bomba de inyección** mediante un **conducto eléctrico (V)** y la **posición del pistón** para **conocer** las **variaciones en el avance de la inyección** según el régimen de giro del motor por medio de un **cable (P)**.

Por medio del **tacógrafo** electrónico la **UEC** **conoce** la **velocidad** a que circula el **vehículo**.

# POSIBLES AVERIAS, CAUSAS Y SOLUCIONES MOTOR DIESEL

242.

| DEFECTO  | CAUSA   | ¿QUE HACER?   |
|--|---|---|
| <b>El motor no arranca.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro de aire atascado.</li> <li>• Tornillos culata flojos.</li> <li>• Segmentos desgastados o pegados.</li> <li>• Válvulas agarradas, no asientan.</li> <li>• Regulador defectuoso.</li> <li>• Desgaste de los cilindros.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar filtro del aire.</li> <li>• Apretar tornillos.</li> <li>• Reponer segmentos.</li> <li>• Reparar válvulas.</li> <li>• Reparar regulador.</li> <li>• Reparar cilindros.</li> </ul> |
| <b>El motor no arranca, pero sí es arrastrado por el motor de arranque.</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de gas-oil o llave de paso cerrada si ésta existe.</li> <li>• Mando u órganos de aceleración defectuosos.</li> <li>• Filtros obstruidos.</li> <li>• Aire en el circuito de «baja presión».</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Echar gas-oil. Abrir llave.</li> <li>• Reponer.</li> <li>• Limpiar filtros.</li> <li>• Purgar el aire.</li> </ul>  |
| <b>El motor tiene dificultad al arrancar en frío.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batería descargada.</li> <li>• Bujías de precalentamiento defectuosas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargar batería.</li> <li>• Cambiar bujías.</li> </ul>  |
| <b>Funcionamiento irregular del motor.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtros obstruidos.</li> <li>• Aire en algún lugar del circuito.</li> <li>• Bomba de inyección defectuosa.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar filtros.</li> <li>• Purgar aire.</li> <li>• Reparar bomba.</li> </ul>  |
| <b>El motor se embala o gira en régimen medio o con sacudidas. (Inestable).</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulador de la bomba de inyección defectuoso.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar regulador.</li> </ul>  |
| <b>El motor pobre de aceleración.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avance inyección desregulado.</li> <li>• Regulador defectuoso.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular avance.</li> <li>• Reparar regulador.</li> </ul>   |
| <b>El motor se calienta, o se observan detonaciones excesivas. (Picado de bielas). (Detonación).</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avance de inyección desregulado.</li> <li>• Circuito de refrigeración obstruido.</li> <li>• Aire en el combustible.</li> <li>• Bomba de agua defectuosa.</li> <li>• Compresión excesiva</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulador avance de inyección.</li> <li>• Limpiar circuito.</li> <li>• Purgar.</li> <li>• Reparar bomba.</li> <li>• Reparar</li> </ul>   |
| <b>El motor marcha muy ruidoso.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avance de inyección desregulado.</li> <li>• Desgaste de los cojinetes del cigüeñal.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular avance de inyección.</li> <li>• Reponer cojinetes.</li> </ul>  |



| DEFECTO  | CAUSA  | ¿QUE HACER?  |
|--|--|--|
| <b>El motor no arranca.</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba de inyección defectuosa.</li> <li>• Conductos de combustible obstruidos.</li> <li>• Filtro de combustible obstruido.</li> <li>• Aire en el circuito de combustible.</li> <li>• Inyectores obstruidos, desajustados o defectuosos.</li> <li>• Bomba de alimentación defectuosa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar bomba.</li> <li>• Limpiar conductos.</li> <li>• Limpiar filtros.</li> <li>• Purgar circuito.</li> <li>• Limpiar inyectores, reparar o cambiar.</li> <li>• Reparar bomba.</li> </ul>         |
| <b>El motor arranca y se para.</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad ralentí demasiado baja.</li> <li>• Bomba de inyección defectuosa.</li> <li>• Conductos obstruidos.</li> <li>• Filtro de combustible obstruido.</li> <li>• Aire en los conductos.</li> <li>• Regulador defectuoso.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglar.</li> <li>• Reparar o cambiar.</li> <li>• Limpiar conductos.</li> <li>• Limpiar filtros.</li> <li>• Purgar conductos.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>El motor está muy pobre de aceleración.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba de inyección defectuosa.</li> <li>• Filtro del combustible obstruido.</li> <li>• Bomba de alimentación defectuosa.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar bomba de inyección.</li> <li>• Limpiar filtro.</li> <li>• Reparar bomba.</li> </ul>   |
| <b>Gasto excesivo de carburante.</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresión defectuosa.</li> <li>• Desajuste en los inyectores.</li> <li>• Pérdidas de carburante en juntas o tubos.</li> <li>• Mal reglaje de taqués.</li> <li>• Regulador defectuoso.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar cilindros o segmentos.</li> <li>• Revisar bomba de inyección e inyectores.</li> <li>• Revisar circuito de alimentación.</li> <li>• Regular taqués.</li> <li>• Repasar y regular.</li> </ul> |
| <b>Humos negros en el escape.</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión incompleta por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasez de aire.</li> <li>- Exceso de combustible.</li> </ul> </li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglaje de la inyección.</li> </ul>   |
| <b>Humos azulados.</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exceso de engrase por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceite en la combustión.</li> <li>- Desgaste de los cilindros y segmentos.</li> </ul> </li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> </ul>   |

# TEMA V

## SISTEMAS DE ALIMENTACION (SEGUNDA PARTE)

### MOTOR DE EXPLOSION

**243.** La **alimentación** en los **motores de explosión** puede ser:

- **Por inyección.**
- **Por carburador.**

### ALIMENTACION POR INYECCION

**244.** Es creciente la utilización de la **inyección de gasolina** como medio de alimentación, especialmente en vehículos de elevadas prestaciones, **en sustitución de la alimentación por carburador**, si bien, la combustión es idéntica. Consiste en **sustituir el carburador por un sistema de inyección** con la misma función de **pulverizar** bajo presión el **carburante en el aire** aspirado por los cilindros en el **tiempo de admisión**.

Las **ventajas** son:

- **Mayor potencia útil a cualquier régimen.**
- **Par motor más uniforme.**
- **Menor consumo específico de carburante.**
- **Necesaria para el uso del catalizador.**

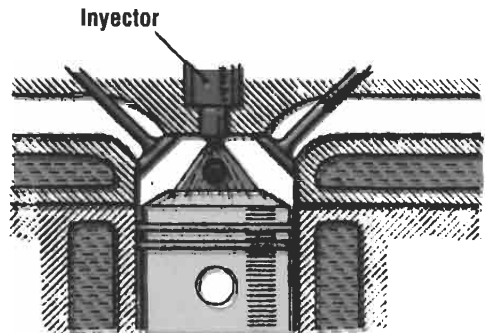
Este sistema **carece de carburador** pero **no** de sistema **de encendido**.

**245.** Los **inconvenientes sólo son de carácter económico**, ya que los equipos de inyección son más caros de fabricación y de mantenimiento.

Este sistema consiste en **inyectar la gasolina**, bien directamente en el **cilindro** (inyección directa) o en el **colector de admisión** (inyección indirecta) **antes de la compresión**. Una **bomba de inyección** o **electrobomba dosifica y envía** el combustible a la **presión adecuada** (relativamente pequeña), en el **tiempo de admisión**, a los **inyectores** correspondientes.

### INYECCION DIRECTA

**246.** La **inyección directa** es la que **se produce dentro** de la **cámara de combustión**, consiguiéndose una **rápida pulverización** del carburante en el aire y la máxima potencia del motor, pero necesita una **mayor presión** en la inyección, por lo que **no se emplea** en vehículos de gasolina en serie.



Inyección directa

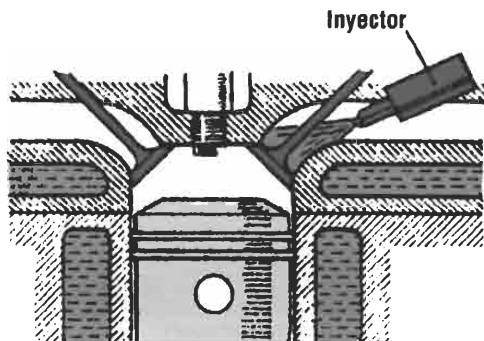
## INYECCION INDIRECTA

**247.** La **inyección indirecta** es la que se produce en el **conducto de admisión** requiriendo una **menor presión** en la inyección que en la directa. **Es el sistema más empleado.**

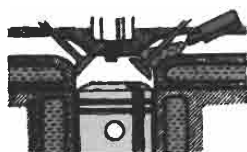
**248.** La **inyección indirecta** puede ser **continua** o **discontinua**.

- **INYECCION INDIRECTA CONTINUA:** Es en la que los **inyectores inyectan continuamente**, por parejas, el combustible en el **colector de admisión**.

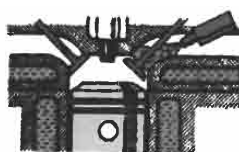
- **INYECCION INDIRECTA DISCONTINUA:** Es en la que el combustible es **inyectado directamente** en la **válvula de admisión** cuando ésta se encuentra abierta. **Es el sistema más empleado actualmente** a base de **un inyector por cada cilindro**, conocido como inyección "**multipunto**".



Inyección indirecta



Inyección continua

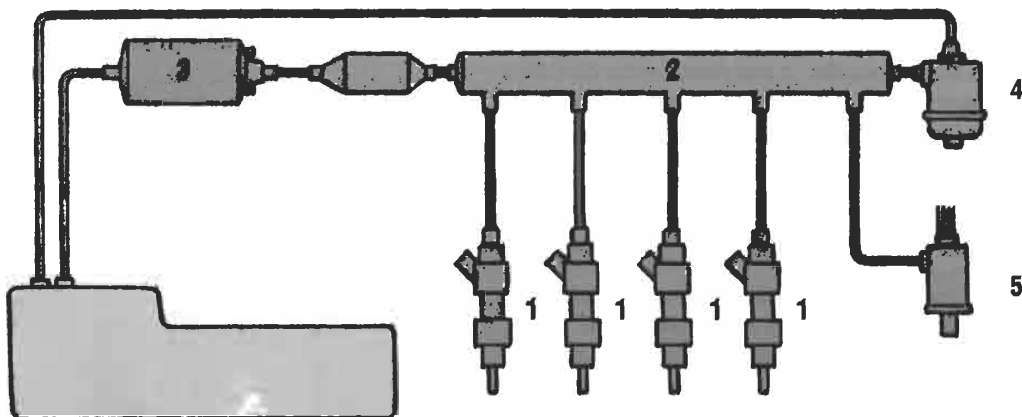


Inyección discontinua

## LOS INYECTORES (VALVULAS DE INYECCION MOTOR DE EXPLOSION)

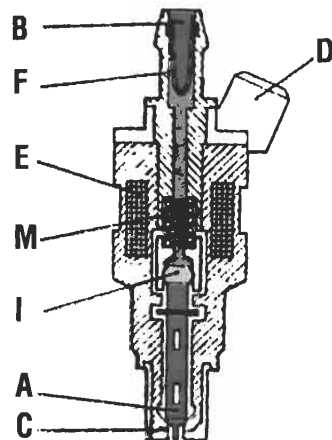
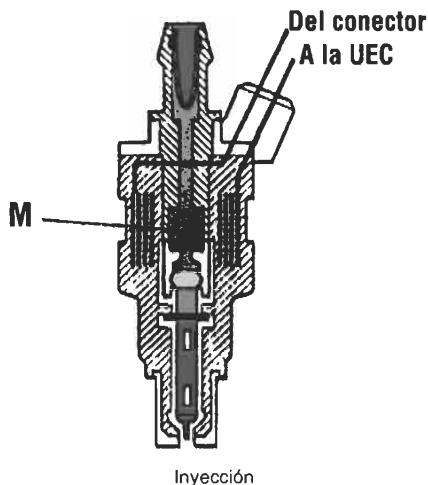
**249.** Desde el punto de vista hidráulico, los **inyectores** están en **contacto** directo con la **rampa de distribución (2)** que forma parte de todo el **circuito de combustible**, cuyo circuito se encuentra **bajo el estado de presión** del combustible que existe en él, **según** el funcionamiento de la **electrobomba (3)** y el estado de **regulación** sometido por el **regulador de presión (4)**.

El **inyector de arranque (5)** se halla en las **mismas condiciones** que los **demás inyectores**.



Esquema de los inyectores

**250.** El **esquema** interno del **inyector** en posición de **cerrado**, consta de una **aguja inyectora (A)** que por la **acción** de un **muelle (M)** se aplica **sobre el asiento (C)** impidiendo la **salida** del **combustible** que **penetra** por la **boca (B)** pasando luego por el **filtro (F)**.

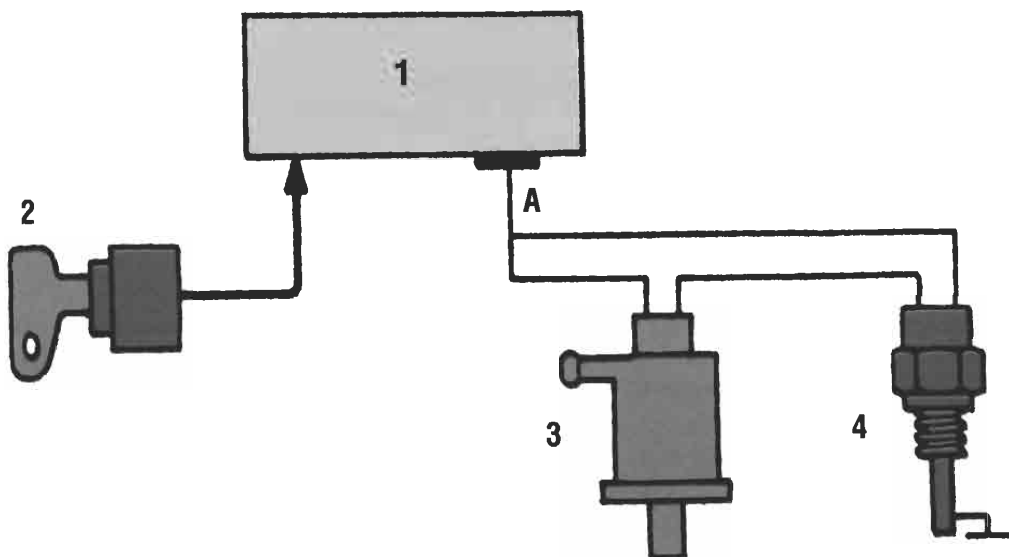


Inyector

**251.** Consta de un **bobinado eléctrico (E)** que por su **conductor (D)** está en **contacto** directo con la **UEC** (Unidad Electrónica de Control) **de la que recibe los impulsos eléctricos** que determinarán el tiempo de **apertura**. Cuando **cesa la corriente** procedente de la UEC es el **muelle (M)** el que **devuelve a la aguja su posición de cierre**.

## ARRANQUE EN FRÍO

**252.** Uno de los sistemas clásicos de **arranque en frío** es el de una **caja de relés (1)** que **recibe la señal** de arranque desde el **interruptor (2)**. En situación de **accionamiento del motor de arranque se manda por (A) corriente al inyector de arranque (3)** que hace masa a través del **interruptor (4)** en cuyo momento la bobina del inyector deja pasar al combustible. Cuando la **resistencia se calienta abre el circuito** y el **inyector de arranque (3) se cierra**, aún cuando el motor de arranque esté funcionando.



Sistema clásico de arranque en frío en el sistema de alimentación por inyección.

**253.** En la actualidad, este sistema **no se está utilizando**, sustituyéndose por el de **variación del tiempo de apertura del inyector** durante el arranque.

## INYECCION ELECTRONICA DISCONTINUA MULTIPUNTO

**254.** Este sistema, que sustituye la bomba de inyección por una **Unidad Electrónica de Control (UEC)**, que controla los tiempos de inyección y la cantidad de carburante según el funcionamiento del motor, presenta dos **ventajas** sobre los mecánicos:

- **Dispositivos** de alta sensibilidad para **suministrar siempre un volumen adecuado** de carburante.
- **No requiere un distribuidor mecánico de alta precisión.**  
Actualmente la **inyección electrónica** de carburante es la **más utilizada** en los **motores de serie**. Funcionan a presiones de carburante más bajas que los mecánicos.

**255.** Dispone de una **bomba electrónica**, que aspira del depósito más carburante del que se precisa inyectar. El sobrante vuelve al depósito a través de un **regulador de presión** que evita la posibilidad de que se formen bolsas de aire y de vapor del carburante.

Unos **muelles** mantienen cerrados los inyectores, que sólo se abren por acción de **electroimanés**. La cantidad de carburante inyectado depende del tiempo que el **electroimán** mantenga abierto el inyector. Esto, a su vez, depende de la señal que reciba el **solenoides** desde un **computador** o unidad de control electrónico.

**256.** Este **computador** está conectado a una serie de dispositivos sensibles, que **le hacen actuar** según las diversas condiciones del motor, tales como la **presión del aire** en el colector, el **grado de aceleración** y la **posición de la mariposa** de gases.

**257.** Los dispositivos sensibles permiten al computador **determinar instantáneamente el momento de apertura de los inyectores, uno por cada cilindro** del motor.

El aire sigue el curso normal, es decir, es aspirado a través del filtro debido a la succión de los pistones, mezclándose en la cámara y los cilindros con el carburante inyectado.

## FUNCIONAMIENTO

**258.** En la parte superior del esquema se encuentra el **depósito de combustible (1)**, la **electrobomba** de alimentación **(2)** y el **filtro (3)**, todo ello **en contacto** con la **rampa de distribución (4)** que alimenta a todos los inyectores.

El **regulador** de presión **(5)** y el **amortiguador** de vibraciones **(6)** **establecen una corriente fluida** en el paso del **combustible** de retorno al **depósito (1)**, para evitar la formación de burbujas de vapor y mantener más baja la temperatura del combustible al calentarse debido a la constante circulación a que se ve sometido.

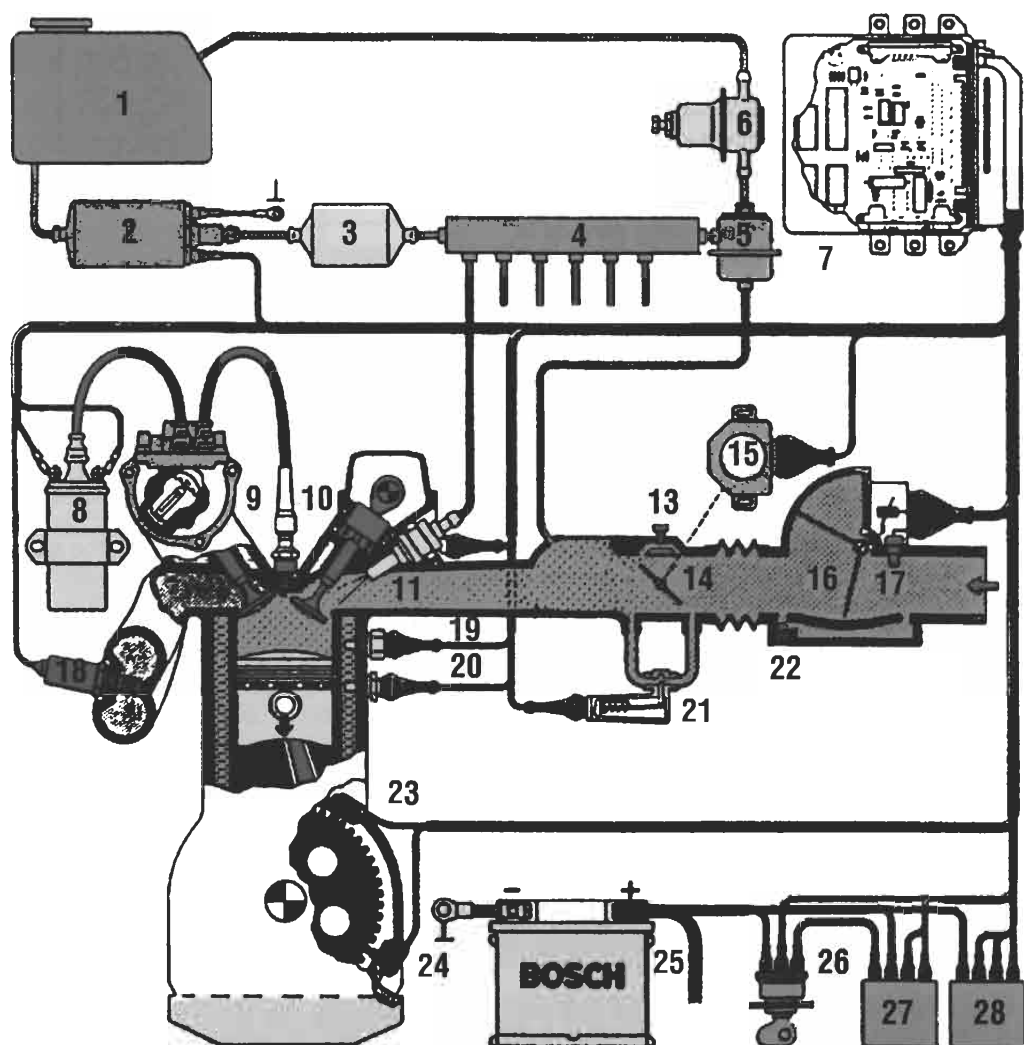
**259.** El encendido está representado por la **bobina** de encendido **(8)**, el **distribuidor** de encendido **(9)** y la **bujía (10)**. Toda la parte electrónica de este **módulo** se encuentra **integrada en el UEC (7)**.

Los **sensores** del encendido son el **captador** de referencia angular de giro del **cigüeñal (23)**, que indica la posición del pistón, y el de **velocidad de rotación (24)**, necesario para los **posibles avances** de la inyección **según la velocidad** de rotación del motor.

Seguidamente se encuentra una de las **válvulas de inyección (11)** de que consta el motor, el **tornillo de regulación** del régimen de **ralentí (13)**, la **mariposa** del acelerador **(14)** con su caja de **contactores (15)**. El **potenciómetro (16)** con su **sonda (17)** situado en el caudalímetro, **indica el caudal de aire** y su **temperatura**.

260. La **sonda Lambda (18)** es la encargada de **comprobar** que la **combustión** es **perfecta** y **enviar** la señal a la **UEC** de **cómo se desarrolla** dicha combustión, con lo que **se consigue** una considerable **reducción** de la **contaminación** de los gases.

El **resto del sistema** está representado por el **termocontacto** temporizado para el **arranque** (19), la **sonda de temperatura** del motor (20). La de **ralentí** (21) que **manda la señal** cuando éste **no funciona** debidamente, **abriéndose** más o menos **un segundo paso de aire**, el **tornillo regulador de ralentí** (22) y los **elementos comunes** como son, la **batería** (25), la **llave de contacto** (26), la **caja del relé principal** (27) y el **relé de la electrobomba** (28).



Esquema general de la composición de un equipo (Motronic) de alimentación por inyección electrónica.

# ALIMENTACION POR CARBURADOR

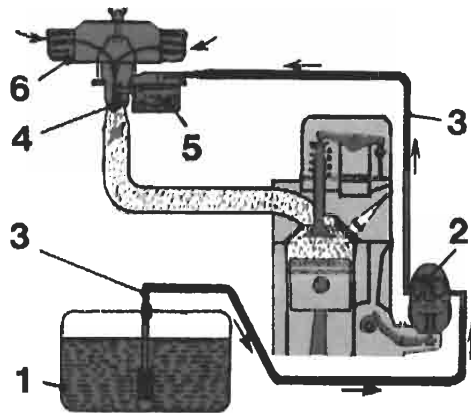
## ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTO

### FUNDAMENTO BASICO

- 261.** En los **motores de explosión** la inflamación de la mezcla se produce mediante una **chispa** y el **pistón** se desplaza entre el **PMS** y el **PMI**, **cuatro veces**, a las que se le llama tiempo y corresponde a cada una de las **cuatro fases** de que consta el ciclo de funcionamiento de este tipo de motores. (El motor diesel carece de carburador).
- 262.** El **sistema de alimentación** es el encargado de **preparar y hacer llegar la mezcla**, en las proporciones y momentos adecuados, **a los cilindros**. **El aire es el comburente y la gasolina es el combustible**.

### ELEMENTOS

- 263.** El sistema de alimentación por **carburador** está formado por un **depósito** de carburante (1), del cual aspira el carburante una **bomba** (2) que lo envía a través de una **canalización** (3) al **carburador** (4) que prepara la mezcla carburada. Para ello toma **aire** de la atmósfera a través de un **filtro** (6) y **gasolina** de una **cuba** (5), cuya mezcla pasa a la válvula de admisión a través del **colector de admisión** por la **succión o aspiración** que producen los **pistones**. (Véase art. 217).



Circuito de alimentación

### CARBURADOR

#### FUNDAMENTO Y DISPOSITIVOS

- 264.** La **misión del carburador es realizar la mezcla aire-carburante** en la proporción adecuada, para que una vez dentro de los cilindros pueda arder con facilidad. Esta mezcla será gaseosa, bien dosificada y homogénea.

La **dosificación** aire-carburante tiene **mucha importancia** en el rendimiento de la combustión de la mezcla, ya que un **exceso de aire** (mezcla pobre) dará lugar a una **combustión pobre**, y un **exceso de carburante** (mezcla rica) tendrá como consecuencia una combustión más potente, pero a la vez, un **elevado consumo de carburante y una mayor contaminación**.

- 265.** La dosificación ideal es **de un gramo de carburante por 15 gramos de aire** (combustión perfecta) en peso o **un litro de carburante por 10.000 litros de aire** en volumen.

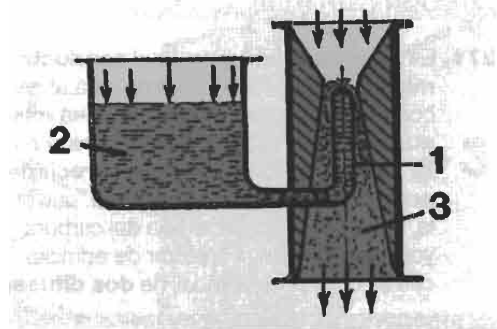
Existen diversidad de carburadores, si bien el fundamento básico de todos ellos es el mismo.

#### CARBURADOR ELEMENTAL

- 266.** El **fundamento del carburador** es que toda masa gaseosa que pasa rozando un **orificio provoca** sobre éste una **succión**. Para que esta succión (corriente de aire), provocada por el pistón al desplazarse del P.M.S al P.M.I, dentro del cilindro, sea mayor se coloca un **difusor o venturi**, que no es más que un **estrechamiento** que hace que **aumente la velocidad del aire** para conseguir una **pulverización** mejor.

**267.** Un **carburador elemental** tendrá los siguientes elementos:

- **CUBA (2):** Encargada de mantener constante el **nivel** de carburante a la salida del **surtidor (1)** que recibe de la **bomba de alimentación**.
- **SURTIDOR (1):** Es el tubo calibrado que une la **cuba (2)** con el colector de admisión. Existen los secundarios de **ralentí y de compensación**.
- **DIFUSOR (3):** Está situado en el colector de admisión. Consiste en un **estrechamiento**, donde se pulveriza y se mezcla el carburante con el aire.



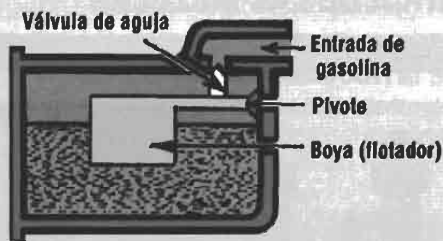
Carburador elemental  
1 Surtidor. 2 Cuba. 3 Difusor

## CUBA

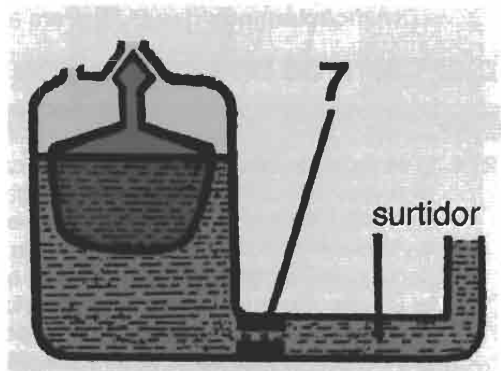
**268.** Es un pequeño **depósito** del **carburador** que tiene por **misión** mantener un **nivel constante** de carburante a determinada altura, independientemente de la cantidad que se extraiga, para lo cual **dispone de un flotador** que gira alrededor de un **pivote y una válvula de aguja** que tapa o descubre (cierra o abre) el orificio de entrada del carburador en función de que la cuba esté más o menos llena.

**269.** El **flotador** sirve para **mantener constante el nivel** de carburante en la **cuba**, por debajo de la boca de salida del surtidor.

La **cuba está comunicada** con la **atmósfera** o bien, con el **conducto de admisión** para que la diferencia de presión entre la cuba y el difusor impulse el carburante.



Esquema de la cuba



La cuba y el surtidor

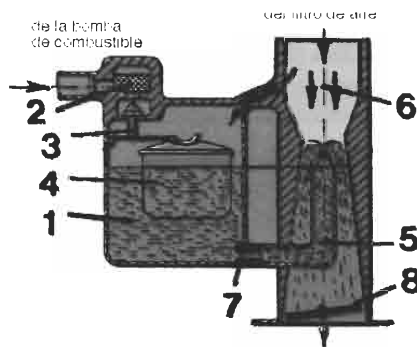
## SURTIDOR (GICLEUR)

**270.** Es un **tubo calibrado** que une el fondo de la cuba con el difusor o estrechamiento (venturi), y en consecuencia con el **conducto de admisión**. A la **salida** de la **cuba** va situado el **calibre** o **chiclé (7)** cuyo paso está perfectamente regulado y **dosifica** la cantidad de carburante que puede **salir por el surtidor**.



## DIFUSOR (VENTURI)

**271.** Es un **estrechamiento** en el **conducto de admisión**, cuya sección mínima está al nivel de la boca de salida del surtidor. Tiene la **misión de aumentar la velocidad del aire**, sin aumentar su caudal y así **evitar empobrecimientos y enriquecimientos** de la mezcla, pulverizándola, debido a la mayor inercia del carburante (mayor depresión en el colector de admisión). A veces se dota al carburador de **dos difusores**.



Elementos del carburador

1 Cuba. 2 Filtro. 3 Válvula de aguja. 4 Flotador. 5 Surtidor.  
6 Colector de admisión. 7 Calibre. 8 Válvula de mariposa.

## VALVULA DE MARIPOSA

**272.** Regula el paso del aire y de la cantidad de mezcla y, con ello, el llenado de los cilindros. Situada después del **difusor** se **acciona** (se abre) mediante el pedal del **acelerador**.

El **carburador elemental** presenta una serie de **inconvenientes** como:

- **No** realiza un **dosado constante**.
- **No** tiene **dispositivos** que le **permitan corregir bien los dosados** según el modo de utilización.
- **No** mantiene el **ralentí**. (Válvula de mariposa prácticamente cerrada).
- **No** tiene sistema de **arranque en frío**.
- **No** tiene **enriquecedores** en casos de solicitud de potencia.

## DOSADO DE LAS MEZCLAS

**273.** Existen dispositivos para conseguir **corregir** los diferentes dosados necesarios en cada circunstancia:

- **Dosificación pobre (1/15 a 1/18)**. Para regímenes que no requieren un gran par motor (régimen de cruce en llano).
- **Dosificación normal (1/15)**. Para regímenes donde la velocidad está en función de la potencia.
- **Dosificación rica (1/12,5)**. Para prestaciones de máxima potencia del motor.
- **Dosificación muy rica (1/4)**. Para arranque en frío.

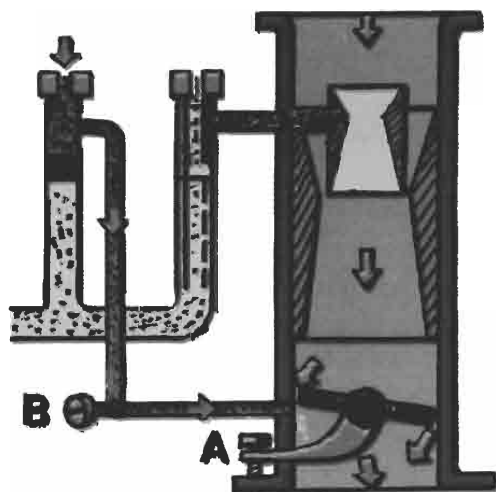
## DISPOSITIVOS DE CORRECCION AUTOMATICA DE LAS MEZCLAS

### CIRCUITO DE RALENTI

**274.** El **circuito de ralentí proporciona** la cantidad de **carburante necesario** para el funcionamiento del motor a **bajas revoluciones** (sin acelerar con la válvula de mariposa prácticamente cerrada). Consiste en colocar sobre el carburador elemental un **circuito auxiliar** que alimenta a los cilindros por **debajo (pasada) de la mariposa de gases**. Este circuito **toma el aire del difusor y el carburante de un surtidor** alimentado por la cuba.

**275.** Mediante los **tornillos A y B se regula este ralentí**. Mediante el tornillo **A**, que **abre la mariposa**, se regula la **cantidad de aire** que pasa al colector (tornillo de velocidad) y mediante el tornillo **B** (tornillo de riqueza) **se ajusta la riqueza de la mezcla**.

En **primer lugar se actúa sobre el tornillo de velocidad (A)** y **posteriormente sobre el tornillo de riqueza (B)**.



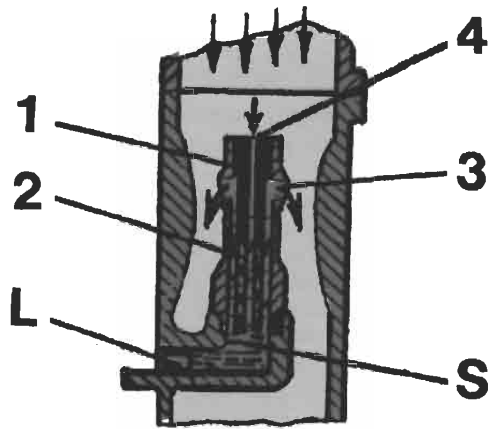
Dispositivo de ralentí.

## CIRCUITO DE COMPENSACION (POZO)

**276.** Es el sistema que **evita que se dispare el consumo** de carburante al acelerarse el motor, ya que la mezcla tiende a enriquecerse debido a la mayor inercia del carburante sobre el aire, manteniendo en todo momento la proporción adecuada de aire y gasolina.

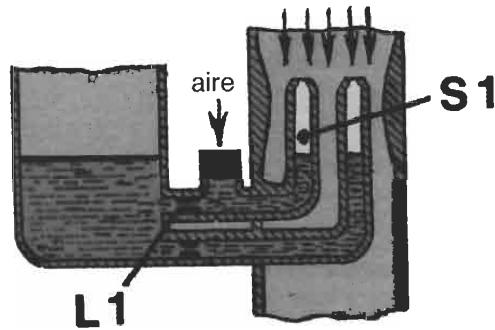
Este **circuito** puede ser de **dos tipos**:

- **POR SOPLADOR DE AIRE:** El **tubo (1)** con orificios situados a diferente altura **(2)** se denomina **pozo compensador**, estando situado dentro del surtidor principal.



Compensador por soplador de aire

**1** Tubo. **2** Orificio. **3** Salida de la mezcla. **4** Soplador. **S** Surtidor principal. **L** Calibre.



Compensador por surtidor auxiliar

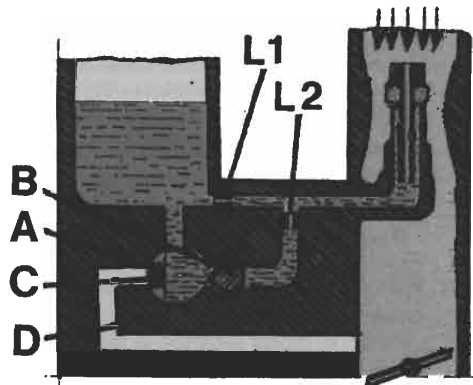
**277. - POR SURTIDOR AUXILIAR:** Este sistema consta de un **surtidor adicional (S1)** alimentado por la cuba a través de un **calibre (L1)** con un **pozo compensador** en contacto con el aire, situado entre la **cuba** y el **surtidor principal**.

## CIRCUITO ECONOMIZADOR

**278.** Los **economizadores actúan reforzando**, en determinados momentos de la **marcha del vehículo**, la **acción empobrecedora del circuito de compensación**, **adecuando la mezcla** a una dosificación de máximo rendimiento con el colector de admisión abierto.

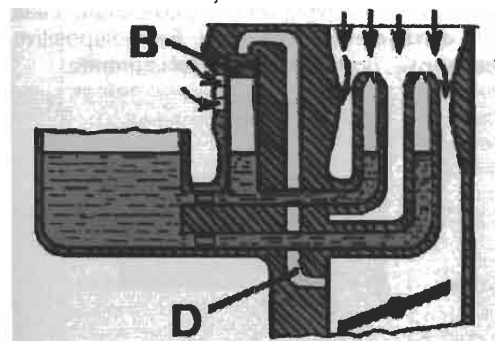
**279.** Pueden ser de **dos tipos**:

- **POR FRENO DE CARBURANTE:** Se dispone de un circuito sobrealimentador del circuito principal. La circulación del carburante está regulada por una **válvula de membrana** colocada debajo de la **cuba**.



Economizador por freno de carburante

**A** Válvula de membrana. **B** Válvula. **C** Membrana. **D** Conducto. **L1** y **L2** Calibres.



Economizador por pozo de compensación

**B** Válvula. **D** Conducto.

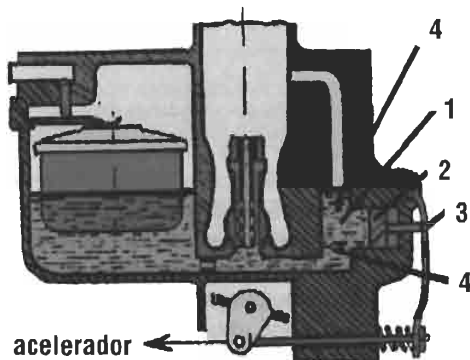
**280. POR REGULACION DEL AIRE DEL POZO COMPENSADOR:** Este sistema dispone de una **válvula** que regula el paso de aire al **pozo compensador**. En este caso el **economizador** se encuentra **encima** del pozo de compensación.

## CIRCUITO ENRIQUECEDOR

## BOMBA DE ACELERACION

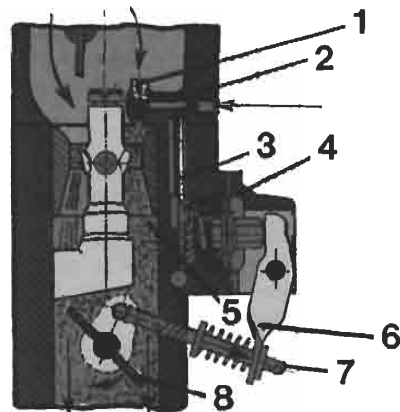
**281.** Se trata de un **sistema para proporcionar una mezcla rica** en situaciones de máxima potencia.

A veces, es preciso solicitar una **mayor potencia** del motor de forma casi **instantánea**, lo cual se consigue a través del movimiento rápido del **acelerador**, la mariposa de gases se abrirá bruscamente, al mismo tiempo que la **bomba** envía un **suplemento de gasolina**.



Bomba de aceleración de pistón

1 Cilindro. 2 Embolo o pistón. 3 Varilla. 4 Válvula de efecto contrario (de entrada y salida).



Bomba de aceleración de membrana

1 Boquilla de aire. 2 Boquilla de carburante. 3 Válvula de escape. 4 Membrana. 5 Válvula de admisión. 6 Palanca de la bomba. 7 Barra de la unión. 8 Válvula de mariposa.

**282.** Por las diferentes densidades entre el aire y el carburante, aquél llegará inmediatamente, pero el carburante lo hará más tarde, por lo que la mezcla será más pobre.

**Para corregir esto**, se recurre a efectuar un dosado adecuado inyectando carburante de forma inmediata por medio de la **bomba de aceleración**, que puede ser:

- De membrana.
- De pistón.

## DISPOSITIVO DE ARRANQUE EN FRIO

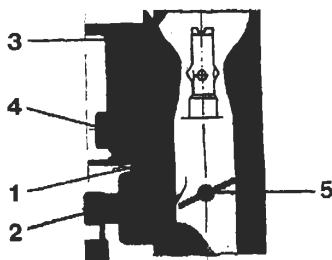
**283.** En el momento de la puesta en marcha del **motor**, si éste está **frío**, es preciso aportar a los cilindros una **mezcla rica**, para lo cual existen **dos soluciones**:

- **Aumentar la cantidad de carburante** mediante un circuito independiente llamado **STARTER** (mayor consumo de carburante)
- **Disminuir la cantidad de aire**, mediante una mariposa o **ESTRANGULADOR** (mayor consumo de carburante).

En cualquier caso **siempre** habrá una **mayor proporción de carburante**.

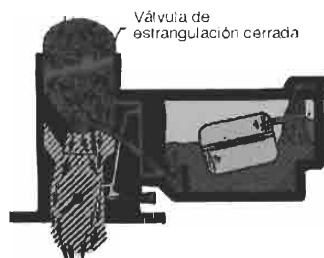
**284.** Por el sistema del **starter**, se **alimenta directamente a los cilindros** por debajo de la mariposa de gases a través de un circuito auxiliar. La válvula de paso de carburante se ha de cerrar cuando el motor alcance la temperatura de funcionamiento.

El sistema del **estrangulador** (más utilizado) consiste en una válvula de mariposa situada a la entrada en el difusor, **impidiendo** más o menos, la **entrada de aire** en él. Este dispositivo puede ser accionado mecánicamente, **termostáticamente**, por vacío o electrónicamente.



Dispositivo de starter

1 Circuito auxiliar de arranque. 2 Válvula de paso. 3 Conducto. 4 Surtidor auxiliar. 5 Mariposa de gases.

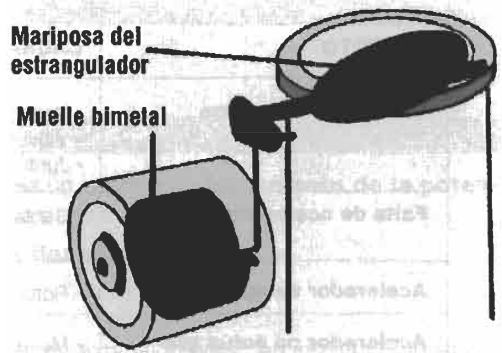


Dispositivo estrangulador

Cuando la mariposa está cerrada puede penetrar en la boca del difusor sólo un pequeño volumen de aire.

**285.** El estrangulador de accionamiento mecánico lo es por una palanca o varilla acoplada en el tablero de instrumentos, si bien, **actualmente** se utilizan mucho los **estranguladores automáticos** que son de accionamiento **termostático**.

Con el **motor frío** la **mariposa** del estrangulador se mantiene **cerrada** por la acción de un **muelle bimetal**. Cuando el **muelle se calienta** se dilata provocando la **apertura de la mariposa** y con ello la obtención de un **dosado menos rico**. (Véase art. 327).



Estrangulador automático

## 286. RESUMEN DE LA COMPARACION ENTRE EL MOTOR DE EXPLOSION Y EL DIESEL

### EXPLOSION

### DIESEL

#### Primer tiempo ADMISION (PMS al PMI)

Aspiración de la mezcla aire-gasolina producida por la succión de los pistones

Aspiración y **llenado** del cilindro sólo con **aire puro**, producida por la succión de los pistones. Carece de carburador.

#### Segundo tiempo COMPRESION (PMI al PMS)

Se comprime la mezcla (7 a 11) moderadamente.

Se **comprime el aire puro** (18 a 24) altamente (veinteava parte), a una temperatura de 600°.

#### (Explosión)

#### Tercer tiempo EXPANSION (PMS al PMI)

#### (Combustión)

Explota la mezcla en el cilindro por chispa en la bujía (Se inflama la mezcla).

Inyección del gas-oil **autoinflamándose por el calor** de la compresión (600° del aire) a medida que entra en el cilindro. (Carece de encendido).

#### Cuarto tiempo ESCAPE (PMI al PMS)

Salida de los gases de la combustión.

Salida de los gases de la combustión.

## DETECTAR AVERIAS MOTOR DE EXPLOSION

| 287. DEFECTO                               | CAUSA   | ¿QUE HACER?   |
|--|---|---|
| <b>Marcha defectuosa del motor</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suciedad en las toberas</li> <li>• Acelerador no acciona</li> <li>• Filtraciones de aire</li> <li>• Acelerador no retorna</li> <li>• Tornillos flojos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar toberas</li> <li>• Revisar</li> <li>• Revisar y cambiar juntas</li> <li>• Ajustar mecanismo</li> <li>• Ajustar</li> </ul>  |
| <b>El motor funciona intermitentemente</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de carburante</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repostar carburante</li> </ul>   |
| <b>El motor funciona muy duro</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro de aire obstruido</li> <li>• Mal el estrangulador</li> <li>• Carburador inundado</li> <li>• Mal ajuste carburador</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir o limpiar</li> <li>• Examinar y arreglar</li> <li>• Comprobar flotador y válvula</li> <li>• Ajustar elementos</li> </ul> |

| DEFECTO   | CAUSA  | ¿QUE HACER?  |
|---|--|--|
| <b>Carburador se ahoga</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel flotador mal</li> <li>Válvula de aguja mal</li> <li>Juntas mal estado</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar y ajustar</li> <li>Cambiar todo el conjunto</li> <li>Cambiar o apretar juntas</li> </ul>          |
| <b>Falta de aceleración</b>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cable suelto o roto</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ajustar o cambiar cable</li> </ul>  |
| <b>Acelerador se agarrota</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rotura muelle recuperador</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambiar muelle</li> </ul>   |
| <b>Acelerador no actúa gradualmente</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mal o rotura articulaciones o varillas</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Apretar o cambiar articulaciones o varillas</li> </ul>  |
| <b>Bombeo irregular y ruido excesivo de la bomba</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mal suministro eléctrico</li> <li>Algún conducto combustible bloqueado</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar batería</li> <li>Comprobar cables, conexiones y uniones</li> </ul>                              |
| <b>Consumo excesivo de carburante</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Filtro aire sucio</li> <li>Motor mal reglado</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambiar o limpiar</li> <li>Reglar elemento respectivo</li> </ul>  |
| <b>Golpeteo en el escape y pérdida de potencia</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Anclajes mal o uniones flojas</li> <li>Desprendimiento chapas</li> <li>Silencioso roto</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Renovar o apretar abrazaderas</li> <li>Abrir silencioso y arreglar</li> <li>Renovar silencioso</li> </ul> |
| <b>Detonaciones excesivas ("Picado de bielas")</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gasolina bajo en octanos</li> <li>Carbonilla cámara compresión</li> <li>Encendido muy adelantado</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambiar de carburante</li> <li>Limpiar</li> <li>Reglar encendido</li> </ul>                               |
| <b>Fuga de gases</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Silencioso o tubos perforados</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reparar o sustituir silencioso</li> </ul>   |
| <b>El motor se cala</b>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fallos en el depósito, bomba o carburador</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mariposa cerrada. Flotador perforado. Fugas de aire carburador. Surtidor obturado</li> </ul>              |
| <b>Silbidos del motor</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga en el conducto de alimentación</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar y apretar tuercas del filtro o cambiar juntas</li> </ul>  |
| <b>Humos blancos en el escape</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mezcla pobre</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Motor frío o agua condensada en el tubo de escape</li> </ul>  |
| <b>Humos negros en el escape</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mezcla excesivamente rica en gasolina</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reglar carburador</li> </ul>  |
| <b>Humos en general</b>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desgaste de los cilindros, pistones y segmentos.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reparar</li> <li>Revisar inyectores en su caso.</li> </ul>  |
| <b>Al motor le falta potencia en las aceleraciones</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fugas en la junta de la culata</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Apretar la culata y sustituir la junta</li> </ul>   |
| <b>Al motor le falta potencia en las subidas</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de compresión</li> <li>Desgaste de los cilindros</li> <li>Exceso carbonilla en la culata.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rectificar cilindros</li> <li>Reparar</li> <li>Limpiar</li> </ul>   |
| <b>El motor sigue funcionando aunque se quite el contacto</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Excesivo recalentamiento del motor</li> <li>Zonas calientes en la zona de combustión.</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Corregir las causas</li> <li>Reparar</li> </ul>   |

## SOBREALIMENTACION

### FUNDAMENTO

**288.** La principal aportación de la **sobrealimentación** es un importante **incremento de la potencia** útil del motor sin necesidad de recurrir a motores de gran cilindrada.

Este **aumento** de potencia útil se basa en el **mejor llenado** de los cilindros.

La **sobrealimentación** se realiza tanto en motores de explosión como en los de combustión, si bien, es particularmente **interesante en los motores Diesel**, porque se consigue una **mayor potencia con el mismo peso** constructivo, puesto que los sistemas de **sobrealimentación** tienen poco peso, consiguiéndose un **aumento de potencia a igualdad de cilindrada**.

Si se desea **aumentar el rendimiento** térmico del motor, se ha de conseguir una **completa combustión** de la mezcla en la cámara de combustión, que se realizará introduciendo en los cilindros una **mayor masa de aire**. Esto permitirá inyectar mayor cantidad de combustible y con ello **aumentar la potencia hasta un 30% más**.

### TIPOS

**289.** Para introducir **mayor cantidad** de aire en los cilindros, aumentando su presión para que así se pueda quemar una mayor cantidad de carburante, se emplean dos sistemas:

- **Compresor volumétrico.**
- **Turbo-compresor o compresor centrífugo.**

### COMPRESOR VOLUMETRICO

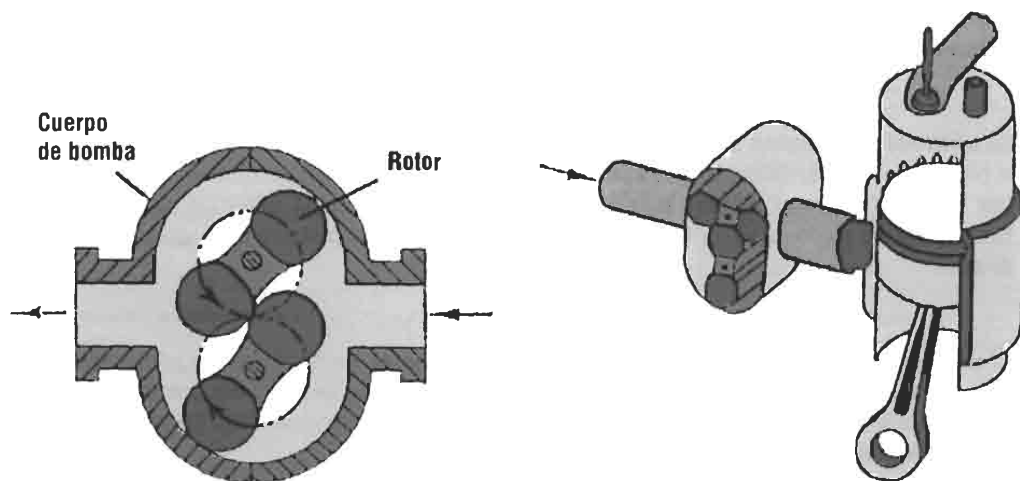
**290.** El **compresor volumétrico** es, en realidad, un simple compresor de aire accionado por el motor, generalmente, por medio de una correa, **destinado a introducir mayor cantidad de aire en los cilindros**.

### FUNCIONAMIENTO

**291.** El **compresor volumétrico** es movido por el propio motor del vehículo **comprimiendo el aire** contra las paredes del cuerpo de bomba **elevando la presión**, por cuanto, en el momento de abrirse la válvula de admisión, entrará en el cilindro aire altamente comprimido (1,5-2 atmósferas) y se admitirá **mayor cantidad de aire** en un mismo volumen de cilindrada (hasta un 50% más).

**292.** Este sistema tiene el **problema** de que a la **potencia extra** que se consigue hay que **restarle** la que **consume el compresor** como consecuencia de su funcionamiento, de ahí que no sea corriente su utilización en los **motores Diesel** y sólo en algunos motores de gasolina.

Presenta la **ventaja** de que estos **motores** con compresor volumétrico son **muy suaves y progresivos**, a la vez que **potentes**.



Compresor volumétrico

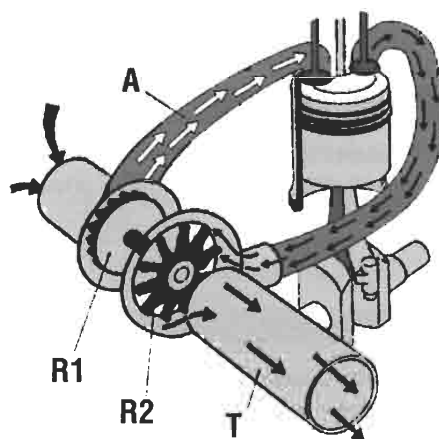
## TURBO-COMPRESOR

**293.** Se trata de la búsqueda de **mayores prestaciones**, sobre todo en los motores Diesel, y su nombre proviene de que este elemento es una **turbina**.

El sistema consta esencialmente de dos ruedas de paletas denominadas **turbina y turbo-compresor** que giran solidariamente, unidas por un eje en el interior de sendas carcasas independientes.

**294.** La **turbina** se encuentra **situada** en el colector de **escape**, unida por un eje a un **compresor** situado en el **colector de admisión**.

Así se aprovecha la energía de los gases de escape, sin tener que restar potencia, como en el caso del compresor volumétrico.

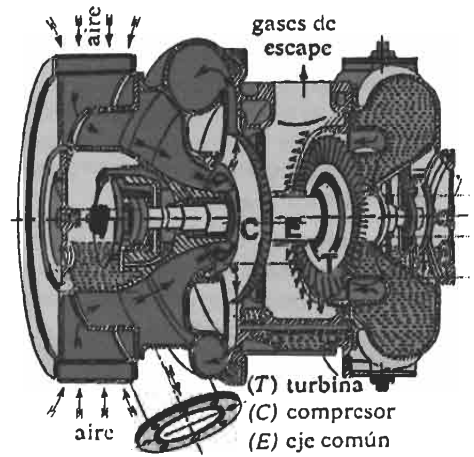


Situación del turbo-compresor  
A. Admisión. R. Rodetes. T. Escape.

## FUNCIONAMIENTO

**295.** Los **gases de escape** al salir lo hacen con una cierta energía, la cual **se aprovecha para mover una turbina**, dotada de paletas, que se encuentra situada en el **colector de escape**. Estos gases, después de mover la **turbina**, salen al exterior por el tubo de escape.

**296.** La **turbina** se encuentra unida por un eje común con un **compresor**, que se encuentra conectado con el **colector de admisión**. Al moverse junto con la **turbina** aspira aire, previamente filtrado, que introduce en el interior de los cilindros a presión muy superior a la atmosférica.



Turbo-compresor

**297.** El **turbo-compresor** está provisto de una **válvula** de descarga, que es la que regula la **sobrepresión del turbo**, ya que al sobrepasarse el valor deseado, medido en bares, se abre, impidiendo que la sobrepresión sea mayor que la requerida.

Los motores que trabajan con **turbo-compresor** deben soportar un mayor esfuerzo, por lo que se **mejora** la calidad de las **guías de las válvulas**, el material de la junta de culata y **su refrigeración**, utilizándose válvulas con mayor capacidad, para eliminar el aumento de temperatura, siendo de sodio en algunos casos.

## INCONVENIENTES DEL TURBO-COMPRESOR

**298. Refrigeración:** Es elemento imprescindible en la vida del **turbo**, ya que el eje alcanza velocidades del orden de **120.000 r.p.m.** y a veces más.

En los motores **turboalimentados**, el aire, al salir del **turbocompresor**, adquiere una **temperatura alta**, de hasta **150°C** aproximadamente.

En los motores **post-enfriados** se hace que esta **temperatura** del aire **disminuya** antes de entrar en la admisión. Al disminuir la temperatura del aire, éste ha aumentado su densidad y con ello se concentra una **mayor cantidad de aire**, lo que se traduce en un **aumento de potencia**, reduciéndose asimismo las emisiones de los gases de escape del motor.



## INTERCOOLER

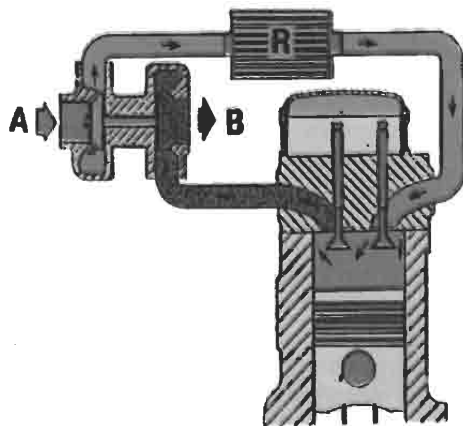
**299.** El **refrigerador** o radiador llamado **intercambiador** o "**intercooler**" que se utiliza para enfriar el aire a la salida del turbo-compresor puede ser de aire o de agua, denominándose respectivamente sistema "**aire-aire**" o sistema "**agua-aire**".

La **función** del intercooler es la de **enfriar el aire que sale del turbo compresor**, antes de introducirlo en el cilindro, consiguiendo que entre mayor cantidad para un mayor rendimiento.

**300.** Con el sistema **aire-aire** se consigue un **salto térmico mayor**. Si el aire entra al refrigerador con **150° C** sale de él con **50° C** aproximadamente. (Vehículos ligeros).

Con el sistema **agua-aire** la diferencia de la **temperatura** del aire a la entrada y salida del refrigerador es **menor**, pero es **más constante**. (Vehículos grandes).

En todo caso, cuando se abra el capó debe verificarse que el **intercooler esté limpio** de barro o ramitas, etc. que impidan un buen paso del aire.



**R** Refrigeración (intercambiador o intercooler).  
**A** Aspiración de aire. **B** Salida de gases.

**301. Engrase:** El engrase del **turbo-compresor** se efectúa con el **aceite del motor**, estando conectado al circuito de lubricación de éste.

El engrase requiere que la **sustitución del aceite** del motor, con el que se lubrica el **eje del turbo** (cojinetes flotantes) y el cuerpo del **turbo-compresor**, sea muy **minucioso**.

**302. Progresividad:** A pesar de las grandes potencias y fulgurantes aceleraciones el **turbo es de poca progresividad**. Son motores de **reacciones bruscas**, acusándose éstas más en los motores de explosión, alimentados por carburador. Con la inyección se palia (atenúa) en parte este defecto.

## VENTAJAS DEL TURBO-COMPRESOR

**303.** Las **ventajas** de la **sobrealimentación con turbo** y con compresor son:

- **Mayor rendimiento teórico.**
- **Menor consumo de combustible** a igualdad de potencia.
- **Posibilidad de reducir la relación de compresión** y aumentar la vida del motor.
- **Mayores prestaciones.**

## CUIDADOS Y RECOMENDACIONES

**304.** El **turbo** requiere una serie de **cuidados** tales como:

- **No hacer funcionar el motor sin filtro de aire.**
- **No acelerar fuerte antes de parar el motor.**
- **Al ralentí se deben tener 0,4 bares** de presión de aceite (presión de engrase).
- La **velocidad máxima del motor en vacío** es de **4.500 r.p.m.**
- El turbo **no es reparable.**
- La **temperatura** alcanzada durante el funcionamiento **es elevada**, lo que **puede provocar quemaduras serias** si se toca por descuido.

Un **exceso de humos negros en el escape** puede ser de que el **filtro de aire** o las **tuberías de admisión** están **obstruidas**, de que hay un exceso de combustible o de que el turbo-compresor no funciona correctamente, lo que hace que disminuya la potencia del motor.

## ENTRETENIMIENTOS

**305. El turbo-compresor no necesita de muchas atenciones periódicas** particulares, pero para su **buen funcionamiento es necesario** que sus elementos estén en **perfecto estado de funcionamiento**.

**Cada 6.000 kilómetros** o cuando lo recomiende el **fabricante**:

- **Cambiar el aceite** del motor en condiciones normales de trabajo.
- **Comprobar que el dispositivo de ventilación** del motor **no se halle obstruido**.
- **Comprobar el filtro de aire**, renovándolo si fuese necesario.
- **Comprobar la estanqueidad del turbo-compresor**, de los colectores de admisión y escape y de las tuberías de aceite.
- **Verificar las presiones del circuito de lubricación**.
- **Observar si hay ruidos o vibraciones extrañas** en el turbo-compresor.

## MOTOR DE DOS TIEMPOS

**306. En el motor de dos tiempos** se dan los **mismos fenómenos** (las mismas cuatro fases) que en el de **cuatro tiempos**, con la **diferencia** de que el **ciclo** se realiza en **dos carreras** del **pistón** y en **una vuelta** del **cigüeñal**.

La **lubricación** se consigue **añadiendo** cierta cantidad de **aceite al carburante**, por lo que no precisa de sistema de engrase. (Véase art. 405).

La **refrigeración** del motor, generalmente, es **por aire**. (Algunos motores están refrigerados por agua).

Generalmente, los motores de dos tiempos **no llevan válvulas** y el **cárter** se emplea para **realizar la preadmisión** de la mezcla gasolina-aceite-aire y el traslado de ésta al cilindro, a la vez que **proteje al cigüeñal**.

El **cilindro** tiene **dos ventanas o lumbreras** en las proximidades del **PMI** que son descubiertas y tapadas por el pistón. La de escape está casi en frente de la de carga, un poco por encima.

**Más abajo** hay **otra lumbrera**, de **admisión**, por donde **entra la mezcla** que llegará al cilindro en el momento oportuno.

## FUNCIONAMIENTO

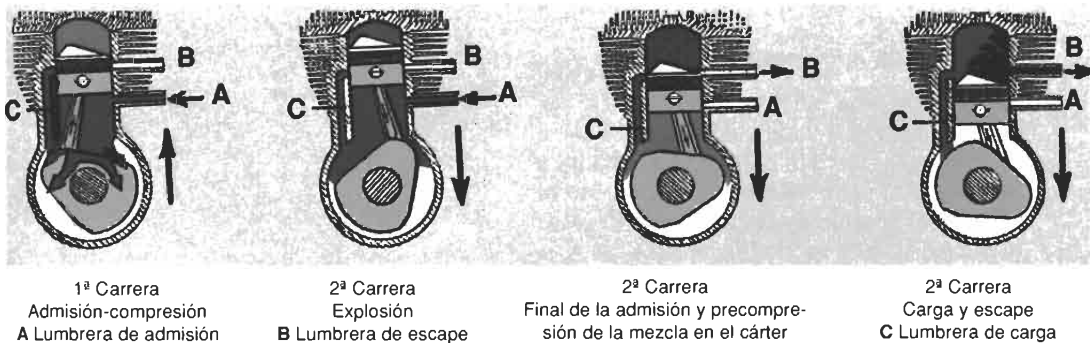
**307. PRIMERA CARRERA: ADMISION Y COMPRESION**

El pistón, cuando sube, comprime la mezcla en el cilindro y produce simultáneamente una depresión en el cárter. El pistón descubre la lumbrera de admisión y una nueva cantidad de mezcla entra en el interior del cárter, equilibrando la diferencia de presión, por lo que las **fases de compresión y admisión son simultáneas**.

**308. SEGUNDA CARRERA: EXPLOSION Y ESCAPE**

Se provoca la **chispa** un poco **antes** de que el **pistón** llegue al **PMS** e inflama la mezcla y el pistón desciende tapando la lumbrera de admisión. Posteriormente se descubren las lumbreras de escape (evacuación de gases) y de carga (llenado del cilindro).

**A la vez** que la **mezcla entra** en el cilindro, **ayuda a salir** a los **gases** residuales de la explosión anterior, acción que se conoce como **"barrido"**.



**309.** En **cada una** de las **carreras** del ciclo de dos tiempos ocurrirá:

**PRIMERA CARRERA**

**Barrido de gases** residuales

**Compresión** de la mezcla

**Admisión** en el cárter

**SEGUNDA CARRERA**

**Explosión** y expansión

**Precompresión** de la mezcla en el cárter

**Llenado** del cilindro

El **cigüeñal** habrá dado **una vuelta** (media por cada carrera).

## VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL MOTOR DE DOS TIEMPOS

**310.** Comparándolo con el motor de cuatro tiempos presenta:

**VENTAJAS**

- **Menor tamaño** y peso. Culata y cilindro más simple.
- **Menor coste** de fabricación.
- **Mayor rendimiento** mecánico.
- **Menor complejidad** mecánica.
- **Alcanza la temperatura óptima** de funcionamiento con **rapidez**.

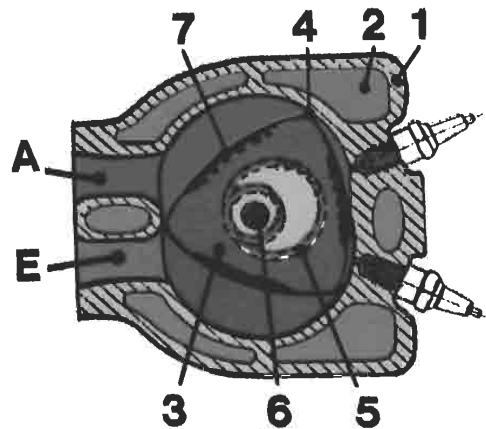
**311. INCONVENIENTES**

- **Mayor ruido**
- **Mayor riesgo de gripaje.**
- **Mayor consumo** específico.
- **Mayor utilización** del **arranque en frío.**
- **Menor rendimiento** térmico.
- **Peor refrigeración** y menos regular.

Actualmente se emplean motores con válvulas y refrigeración líquida en motocicletas.

## MOTOR WANKEL

**312.** Este motor consiste en un émbolo **rotativo de tres lóbulos**, unido directamente al eje de salida del movimiento hacia el mecanismo de embrague que gira dentro de una cámara en forma de óvalo. **No precisa ni bielas ni cigüeñal.** El **ciclo** es **igual** al de un **motor de cuatro tiempos**, produciéndose las cuatro fases al mismo tiempo alrededor del rotor cuando gira.



Motor Wankel

**1** Carcasa. **2** Cámara de refrigeración. **3** Rotor. **4** Situación de los segmentos. **5** Corona dentada. **6** Piñón dentado. **7** Cámara de compresión sobre el rotor. **A** Conducto de Admisión. **E** Conducto de escape.

## CARBURANTES (COMBUSTIBLES)

### GASOLEO

**313.** El **carburante** empleado en los **motores Diesel** para automóviles es el **gas-oil**, el cual se obtiene en un proceso (menos costoso que el de la gasolina) mediante la destilación fraccionada del petróleo bruto.

**314.** Algunas **características** que ha de reunir el **gas-oil** son:

- **Temperatura de inflamación:** Baja para que la combustión se realice en el menor tiempo posible.
- **Punto de congelación:** Bajo.
- **Poder calorífico:** Bueno.
- **Volatilidad:** Mucha, para una rápida mezcla con el aire y rápida combustión.
- **Viscosidad:** Estable en función de la temperatura para que fluya bien.
- **Índice de cetano:** Alto (cetanaje).
- **Poder autolubricante:** Bueno.
- **Aditivos:** Se le añaden productos que aceleran la combustión reduciendo el punto de inflamación. El más empleado es el etilo.

### GASOLINA

**315.** La **gasolina** es el carburante empleado en los **motores de explosión** procedente de la destilación del petróleo.

La **calidad** de la gasolina está **en relación** directa con su **índice o número de octanos**. Cuanto **mayor** es el número de **octanos** de la gasolina, **mayor compresión** permite y, por tanto, **mayor potencia** para la misma cilindrada.

Sobre los **85 octanos**, recibe el nombre de **gasolina "normal"** y, a partir de ellos, especialmente **90 y 95** recibe el nombre de **"súper"**, si bien, **últimamente** se reserva **esta denominación** para las de **100 o más octanos**.

**316.** Como los **residuos** de la **combustión** de la gasolina son **muy perjudiciales** para la salud (altamente contaminantes y muy peligrosos), **se recurre** a la producción de **carburantes no contaminantes**, como son las **gasolinas sin plomo** utilizadas en motores con determinados elementos, como son **encendido electrónico, catalizadores e inyección**.

También, por **llevar** en su composición un **aditivo antidetonante** como es el **tetraetilo de plomo**, denominada gasolina con plomo, **se están produciendo gasolinas cuyo aditivo no es el tetraetilo de plomo**, denominadas **gasolinas verdes**.

**G.L.P. (GAS LICUADO DEL PETROLEO)**

**317.** Se obtiene como **subproducto** en la primera fase de destilación del **petróleo**. Está formado por una mezcla de **gas propano y butano** al 50%.

Tiene menor poder calorífico que la gasolina. Los motores que lo utilizan obtienen menores prestaciones y autonomía, pero tiene la ventaja de que es más económico. Y menos contaminante. No es apto para motores Diesel y su instalación no es libre y además no siempre se autoriza.

Como el **G.L.P.** que se produce **se agota** prácticamente en los **usos domésticos**, por el momento **sólo se aplica** con muchas restricciones a los **automóviles**, en particular sólo en los **"taxi"**.

La **carburación** del **G.L.P.** en los motores de explosión, **en lo fundamental es como para la gasolina**. Las **diferencias** consisten en **detalles mecánicos** impuestos por la manera distinta de trasladar ambos combustibles. También hay que tener en cuenta que la **gasolina se pulveriza en el carburador** y se vaporiza en el colector de admisión, en cambio, el **G.L.P. ha de vaporizarse antes de llegar al carburador**, en el que entra completamente gasificado.

**318.** El **número de octanos** del **G.L.P.** debe ser superior a **93**.

**Normalmente** la **adaptación** del **G.L.P.** en los **motores** de explosión se hace de forma que se pueda **funcionar también con gasolina**.

El **G.L.P.** se lleva en **botellas** colocadas en el **maletero** del vehículo, reduciendo considerablemente su espacio utilizable.

Para **evitar** problemas por **acumulación de gas** en caso de fugas, siempre que las botellas vayan en **lugar cerrado**, **éste deberá llevar agujeros** para permitir la ventilación.

Cuando el **depósito** de gas **no sea fijo**, **sólo se pueden utilizar las botellas de color metalizado con la inscripción "AUTO"**.

**Es necesario** que el **G.L.P.** se aplique en **motores** de explosión **nuevos** para que se tenga una buena compresión.

La **temperatura de inflamación** del **G.L.P.** puede ser bastante **mayor** que la de la **gasolina**, de ahí que sea conveniente **usar bujías de grado térmico inmediato más frío**.

**El encendido será necesario adelantarlo ligeramente.**

**319.** Las **ventajas** del uso del **G.L.P.**, aparte de la económica, son que el funcionamiento del **motor es más suave**, **aguanta más** las marchas, las **aceleraciones** son **excelentes sin** que aparezca la **detonación**, y, **difícilmente** se producirá el **autoencendido**.

La **vida del motor** resulta **mayor** y su mantenimiento más fácil y económico.

Los **gases del escape** son **menos nocivos que los de la gasolina**.

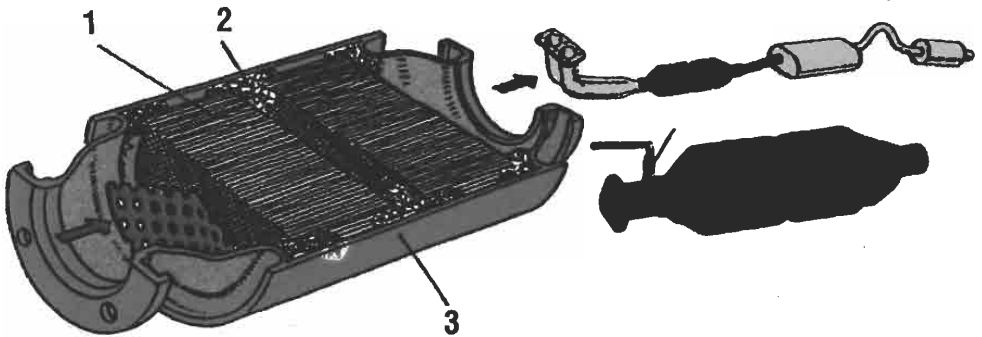
El **Inconveniente**, aparte de las prestaciones, es la servidumbre a un **área de recorridos** limitada por el **servicio de botellas de G.L.P.**

**CONTAMINACION**

**320.** Como **resultado de la combustión** dentro del cilindro del motor se forman una serie de gases, como son el **monóxido de carbono**, hidrocarburos sin quemar y óxido nitroso, que al salir a la atmósfera resultan **muy nocivos** para la salud.

Si bien se pueden controlar, no es posible eliminarlos por completo, por lo que se deben poner los remedios para ello.

- 321. Es fundamental que el funcionamiento del motor sea el mejor posible**, pero además, uno de los **sistemas más eficientes** para la disminución de esta emisión de gases tóxicos es la utilización del **catalizador**, en el cual se queman los gases de escape contaminantes, oxidándolos, reduciéndolos y transformándolos en gases inofensivos en forma de nitrógeno, dióxido de carbono y agua.
- 322. El catalizador** es un elemento que se monta en el **tubo de escape**, inmediatamente después del colector de escape. El empleo del **catalizador sólo es compatible con gasolina sin plomo**, de lo contrario se estropearía.
- El **catalizador** consiste en una especie de **filtros químicos** mediante los cuales se pueden **descomponer** los **residuos nocivos** y combinarlos con otros elementos químicos, mediante lo cual **se consigue** la emisión de productos **no contaminantes**.
- 323. Los gases de escape** se encuentran **primeramente** con un compuesto de **material cerámico (1)** recubierto de sustancias nobles tales como el **rodio y el platino** (muy costosos), los cuales aceleran la **descomposición** de los **elementos contaminantes** que transporta el gas. Seguidamente el paso de **estos elementos descompuestos se transforma en elementos no nocivos. (2)** es la **lana de acero** para **soporte** y **(3)** es la **carcasa** del **catalizador**.
- 324. Para la correcta función del catalizador** es necesario disponer de un **dispositivo** que sea capaz de **detectar y avisar** constantemente a la UEC de las **anomalías** que se produzcan en la **combustión** (escasez de aire), para que puedan **ser analizadas y corregidas** inmediatamente y **no se perjudique el catalizador**. Este **dispositivo** recibe el nombre de **sonda Lambda**, situada a la **entrada del catalizador** (Véase art. 260).



Catalizador de tres vías

Tubo de escape con catalizador y sonda lambda

1 Material cerámico. 2 Lana de acero. 3 Carcasa.

- 325. El catalizador** actúa como un **horno** que **quema** los **gases** escapados de la combustión del motor. Para **funcionar plenamente** debe alcanzar entre los **400 y los 800 grados**.

El catalizador de **dos vías** elimina los **monóxidos de carbono y los hidrocarburos**, y el de **tres vías**, además, los **óxidos de nitrógeno**.

El de **tres vías** es el que tiene una **sonda Lambda**, que **analiza** los gases, **detecta** variaciones en la riqueza de la mezcla y **ordena** su **corrección** a la **inyección electrónica** (UEC).

**326. No debe montarse un catalizador nuevo** en un **vehículo viejo sin revisarlo** antes y ponerlo a punto o repararlo, puesto que **si está dañado aumenta el gasto** y se **contamina más** que si no estuviera.

Los **desplazamientos cortos** y los **acelerones innecesarios**, sobre todo en frío, son **enemigos del catalizador**.

**Si se debe cambiar el catalizador** por haber **utilizado gasolina con plomo**, no se debe hacer **hasta** haber agotado **dos depósitos** de carburante **sin plomo**, para eliminar los restos del anterior.

Si el **motor consume más** de un **litro de aceite** cada **1.000 kilómetros** **puede estropearse el catalizador**. No se deben utilizar **aditivos** para gasolina que **contengan plomo**.

**No se debe empujar el automóvil para arrancarlo**, porque el **combustible no quemado** por el motor se **deposita** en el **catalizador**, **perjudicándole**.

Se debe **mantener el motor a punto** dado que una **mala combustión estropea el catalizador**.

## HUMOS EN EL ESCAPE

**327. Una mezcla** carburada **demasiado rica** (exceso de gasolina) produce un exceso de **humos negros** en el escape.

Un **exceso de engrase** o un **desgaste de los cilindros** y de los **segmentos** hace que suba aceite a la cámara de combustión, produciendo **humos azulados** en el escape.

En **tiempo frío** y en los **primeros minutos** de funcionamiento del motor, los gases que salen por el tubo de escape en **forma de humo blanco**, son vapor de agua que **no** representa ningún **peligro ni avería**, al igual que las gotas de agua por condensación del vapor.

Con el **motor caliente** los **humos blancos** pueden deberse a la **rotura de la junta de culata** o a **tener la culata agrietada**.

## MANTENIMIENTOS

**328. El mantenimiento** del sistema de alimentación consiste:

- **FILTRO DE AIRE:** Si es seco, sustituir periódicamente según las instrucciones del fabricante. Si es húmedo, proceder a su limpieza con gas-oil y aire comprimido (con mayor frecuencia en los motores diésel).

- **FILTROS DE GASOLINA:** Situados, generalmente, uno en el depósito y otro en la entrada del carburador, deben ser limpiados periódicamente.

**329. - BOMBAS:** Limpiar el filtro en las mecánicas. Observar que el cable de contacto está en buen estado en las eléctricas.

- **CONEXIONES:** Las gomas y manguitos han de estar en buen estado, sin picaduras ni pérdidas, caso contrario hay que sustituirlas.

- **INYECCION:** El mantenimiento y reglaje, poco frecuente, es recomendable se haga por personal experto.

**330. Cuando la mezcla** carburada es **demasiado pobre** por un exceso de aire pueden producirse los **siguientes trastornos**:

- **Arranque en frío difícil.**

- **El ralentí es muy rápido.**

- **A marcha lenta se cala el motor.**

- **Se producen explosiones en el carburador** (peligro de incendio)

- **El motor se calienta más** de lo normal.

- **La porcelana de las bujías permanece blanca** en vez de marrón oscuro como debiera ser.

# TEMA VI

## SISTEMA DE REFRIGERACION

### MISSION GENERAL

**331.** Con el **motor funcionando**, llegan a producirse **temperaturas** de hasta **2.200°C**, lo que en algunos casos, podría **llegar a fundir** las piezas metálicas, por lo que es necesario utilizar un **sistema de refrigeración** capaz de evacuar parte del calor producido por la combustión.

El **calor** que ha de absorberse **no ha de ser ni poco** (se producirían dilataciones excesivas) **ni demasiado** (bajaría el rendimiento del motor), aproximadamente un 30%.

**332.** Las **altas temperaturas**, además de dilatar, hacen que el **llenado** de los cilindros sea **es-caso** y el **aceite** de lubricación **pierda sus propiedades** lubricantes.

Las **partes** que requieren **mayor refrigeración son** las que están sometidas a más altas temperaturas, como son:

- **La culata** (especialmente la zona próxima a la válvula de escape).
- **Las válvulas** (con sus asientos y guías).
- **Los cilindros** (debido al roce del pistón).

El enfriamiento de estas piezas se hace a costa de calentar el aire del ambiente, renovándose constantemente.

### SISTEMAS DE REFRIGERACION

**333.** Según sea el proceso de enfriamiento, actualmente existen **dos sistemas** de refrigeración:

- **Refrigeración por líquido** (más regular y eficaz).
- **Refrigeración por aire**(menos regular y eficaz).

### SISTEMA DE REFRIGERACION POR LIQUIDO

**334.** Es el **sistema** de utilización **generalizada** en la actualidad. Los motores están provistos de unas **oquedades** (cámaras o camisas de agua) alrededor de la **culata, cámara de compresión y cilindros**, por donde circula el líquido refrigerante.

El **líquido refrigerante**, que **recibe el calor** producido en la combustión, **es mandado, por una bomba**, del motor a la parte alta del **radiador donde es enfriado** mediante una corriente de aire (vehículo en movimiento o/y electroventilador), y **llevado nuevamente** por la bomba a las cámaras de agua.

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

El **líquido refrigerante enfría los elementos internos** (más críticos) y los externos (bujías, colector de escape y admisión, carburador, etc.), mediante una corriente de aire que atraviesa el radiador.



## ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION POR LIQUIDO

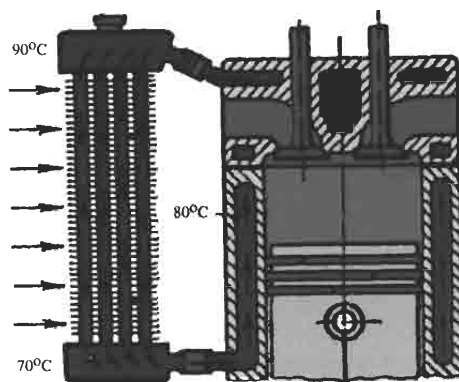
336. Los **elementos** que constituyen este **sistema** son:

- **Cámaras** (camisas) **de agua**.
- **Radiador y conducciones** (manguitos).
- **Bomba de refrigeración**.
- **Electroventilador o ventilador**.
- **Termostato**.
- **Elementos de control**.

### CAMARAS DE AGUA (CAMISAS)

337. Son **oquedades** practicadas en el **bloque motor y en la culata**, por las cuales **circula el líquido refrigerante**.

**Rodean las partes fijas** en contacto directo con los gases resultantes de la combustión, como son los **cilindros, cámaras de compresión, asientos de las bujías, y asientos y guías de las válvulas**.



Cámaras de agua o camisas de agua que pueden ser secas o húmedas.

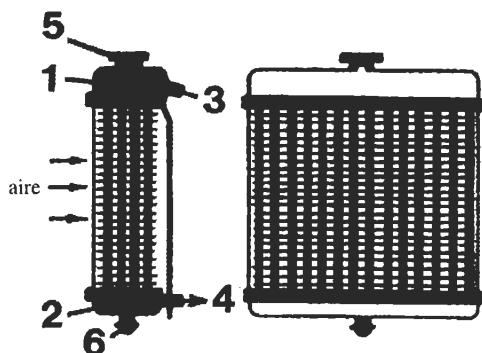
### RADIADOR

338. Es el **elemento** en el cual **se enfría el líquido** refrigerante, por medio de una corriente de **aire, que viene del motor**, para volver nuevamente al mismo debidamente refrigerado.

El radiador se compone de **un depósito superior**, que recibe el líquido caliente del motor, pasando a **otro inferior**, con un sistema refrigerador que une a ambos.

Se fabrican con aleación ligera (latón o aluminio).

339. En la **parte superior del radiador** va dispuesto un **tapón** que puede ser **estanco** (modernamente) o con válvula de seguridad (anti-guamente).



Radiador

- 1 Depósito superior. 2 Depósito inferior. 3 Boca de entrada.  
4 Boca de salida. 5 Boca de llenado. 6 Boca de vaciado.

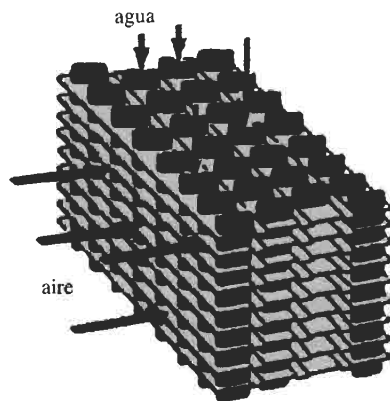
En **invierno**, con temperaturas más bajas de lo normal, se colocan unas **persianas** delante del **radiador** para que no incida el **aire** sobre él y **no enfríe el líquido refrigerante**.

340. Los **paneles** de los **radiadores** pueden ser:

- **TUBULARES**: Tubos, cilíndricos o planos, verticales u horizontales, **provistos de aletas** con gran conductividad térmica.

341. El **radiador se une a la carrocería elásticamente** (tacos de goma) **y, al motor, mediante conducciones flexibles** (manguitos).

La **efectividad** del radiador depende de la **superficie** expuesta a la **corriente de aire**, que **no será excesiva ni escasa**.



Radiador tubular

## BOMBA DE REFRIGERACION

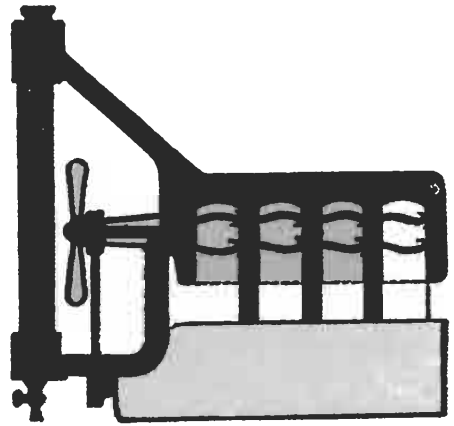
**342. La bomba de agua es la encargada de hacer circular el líquido refrigerante dentro del circuito**, (circulación forzada) encontrándose situada en un punto bajo del mismo para que no trabaje en vacío (siempre está en carga o funcionando).

La velocidad de circulación del líquido es proporcional al régimen de giro del motor.

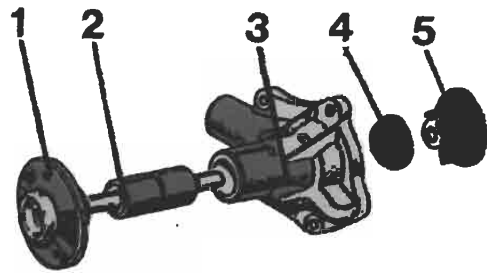
**343. La bomba recibe movimiento de una polea unida al cigüeñal mediante una correa de sección, generalmente trapezoidal.** Antiguamente se montaba en el mismo eje que el ventilador. Actualmente no.

Puede ser movida **también** por la **correa dentada** del sistema de **distribución**.

**344. Las bombas utilizadas son, generalmente, centrífugas, constituidas por una rueda de aletas o rodete.**

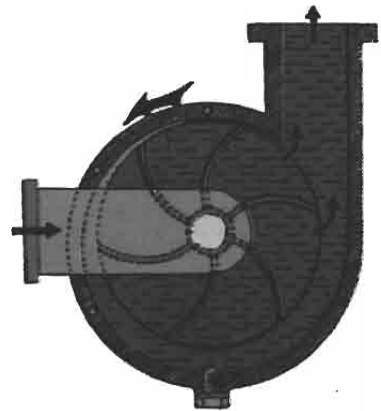


Sistema de refrigeración por líquido



Bomba de refrigeración despiezada

1 Cubo para la polea. 2 Eje-rodamiento 3 Cuerpo de bomba.  
4 Retén para el líquido. 5 Rodete.

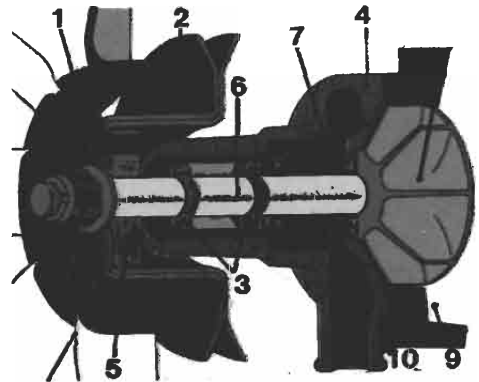


Funcionamiento de una bomba de refrigeración

**345. La bomba está constituida por un cuerpo de bomba de aleación ligera adosada al bloque motor.** En el interior se mueve un eje, que en un extremo lleva una polea y en el otro un rodete con paletas.

El **eje de la bomba es excéntrico** en el cuerpo de la misma. La **bomba en su giro, recoge el líquido con sus paletas y lo expulsa** desde el radiador hacia la periferia (cámaras o camisas de agua) del bloque, forzando la **circulación del líquido entre el motor y el radiador**.

**346. La bomba requiere pocas atenciones, sin embargo, la correa trapezoidal, si requiere que esté siempre en perfecto estado** (desgaste, tensión, etc.) ya que de ello depende lo bien o mal que funcionará el sistema de refrigeración.



Funcionamiento bomba-ventilador

1 Ventilador. 2 Polea de mando. 3 Rodamiento. 4 Cuerpo de bomba 5 Cubo del ventilador. 6 Arbol de la bomba. 7 Retén. 8 Rodete de la bomba. 9 Bloque motor. 10 Junta de unión

## FILTRO DE AGUA

**347. Algunos circuitos** de refrigeración **incorporan un filtro de agua** para retrasar el ataque por corrosión y la acumulación de sedimentos calcáreos en el radiador y demás partes del circuito.

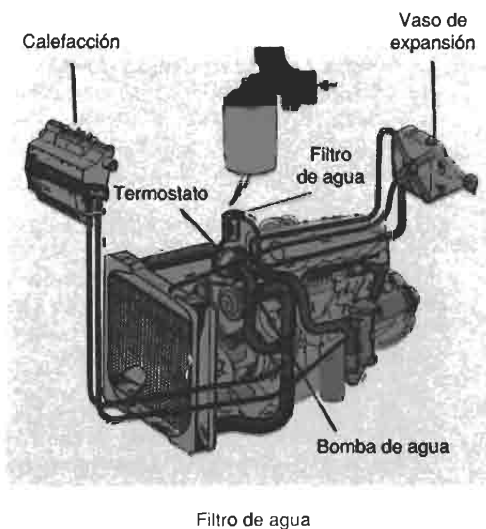
**El objetivo** de montar este tipo de filtro, **es mantener las características del líquido refrigerante más tiempo**, reduciendo los costes de mantenimiento.

**348.** El filtro de agua actúa de dos formas:

- **Efectúa una filtración mecánica**, que elimina las impurezas evitando que se depositen en el circuito.
- **Mejora el comportamiento del líquido** refrigerante, al disolver en el mismo productos químicos que lleva el filtro, impidiendo la corrosión y la formación de sedimentos en el radiador y en el circuito.

## MANTENIMIENTO

**349.** Las **propiedades químicas** que adquiere el **líquido refrigerante**, **las toma al principio de pasar por el filtro** de agua, es decir, después de un corto periodo de tiempo es el líquido el que impide la formación de sedimentos calcáreos, **el filtro sólo efectúa el filtrado mecánico** de las partículas. Por ello **si** por cualquier causa **hay que vaciar el circuito**, **se debe volver a llenar con el mismo líquido**. **Si se cambia el líquido** refrigerante hay que **cambiar el filtro también** para que el nuevo líquido adquiera las propiedades químicas que lleva el filtro, que, normalmente hay que cambiar cada **40.000 kilómetros**.

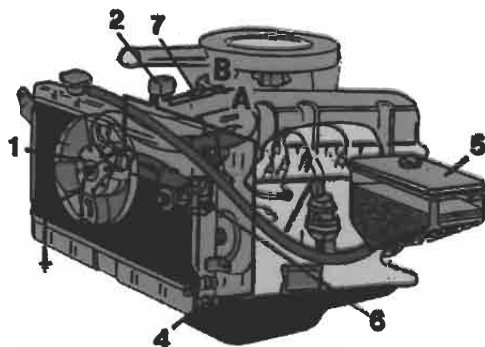
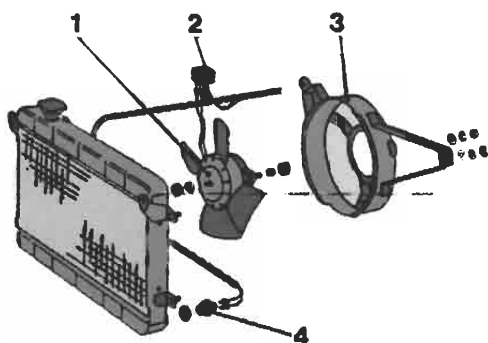


## ELECTROVENTILADOR

**350.** Es el **encargado de activar una corriente suficiente de aire a través del radiador durante la marcha** del vehículo o de producirla cuando esté detenido con el motor en marcha, para enfriar el líquido refrigerante, que proviene caliente del bloque motor, además de refrigerar algunos órganos externos (generador, bobina, bujías, carburador, etc.), para que el motor trabaje a su **temperatura óptima**, mejorando la refrigeración.

En los turismos, va dotado de unas aspas acopladas a un **motor eléctrico** que se acciona **con un mando termoelectrónico**, (termocontacto situado, generalmente, en una parte baja del radiador) de tal forma que entra en funcionamiento **sólo** cuando el líquido refrigerante **alcanza** una máxima temperatura de **calor y deja de funcionar cuando no es precisa** su intervención.

**351.** Generalmente a este motor eléctrico con aspas se le denomina **ELECTROVENTILADOR**. Puede ir **montado delante o detrás del radiador**, pero la corriente de aire, siempre va en sentido de fuera hacia dentro, sin que exista gran diferencia de efectividad entre un montaje y otro.



Esquema de un electroventilador y su colocación en el motor

**1** Electroventilador. **2** Telerruptor para mando del electroventilador. **3** Canalizador de aire. **4** Termocontacto para el electroventilador. **5** Depósito de depresión. **6** Bomba de refrigeración. **7** Fusible de 16 A. **A:** Al conmutador de encendido. **B:** Al positivo de la batería.

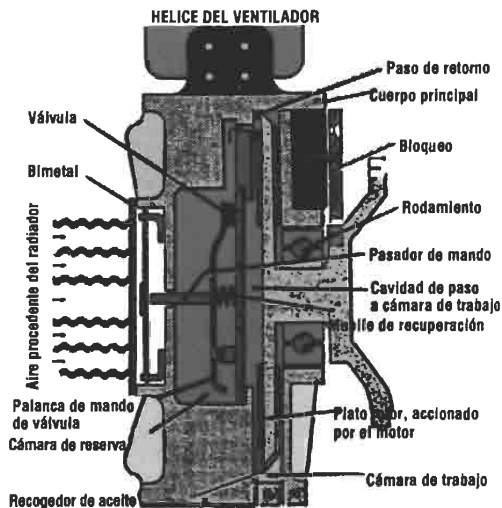
## VENTILADOR VISCOSO O TERMOSTÁTICO

**352.** El **ventilador viscoso o termostático** es un ventilador que actúa en **función de la temperatura del aire** que atraviesa el radiador, ya que esta temperatura es proporcional a la del agua que circula por el radiador y el motor.

Su funcionamiento se basa en la **fricción interna** de un **aceite de silicona de alta viscosidad**. Esta silicona **transmite el par de giro desde el "plato rotor"**, accionado por el motor, al **"cuerpo principal"** que lleva incorporadas las hélices o aspas.

## FUNCIONAMIENTO

353. El aire que atraviesa el radiador, en función de la temperatura que alcanza, actúa sobre unas placas **"bimetal"** que al deformarse hacen que el **"pasador de mando"** determine la posición de la **"palanca de mando de la válvula"** abriendo más o menos la **"válvula"** el caudal de paso de la silicona desde la **"cámara de reserva"** a la **"cámara de trabajo"**.



Funcionamiento del ventilador termorregulado

354. Cuando el **"bimetal"** está frío la **"válvula"** está cerrada y en la **"cámara de trabajo"** hay muy poca silicona. Se produce un gran deslizamiento y el **"cuerpo principal"** gira muy lentamente. A medida que el aire se calienta, el **"bimetal"** se deforma actuando sobre la **"palanca de mando de la válvula"** y permitiendo el paso de la silicona a la **"cámara de trabajo"**.

## VENTILADOR TERMORREGULADO

355. Se basa en el mismo principio de utilizar la **silicona** como elemento de fricción interna, si bien, el ventilador **viscoso actúa** en función de la **temperatura del líquido refrigerante**, mientras que el **termorregulado actúa** en virtud de la **temperatura del aire** que atraviesa el radiador.



Ventilador termorregulado

## MANTENIMIENTO

356. **No tienen mantenimiento.** Solamente se debe **comprobar que no hay fugas de silicona** y que la **tensión de las correas** de accionamiento sea correcta.

## PREVENCION DE AVERIAS

357. En los vehículos que llevan **ventilador termorregulado o viscoso no debe taparse la entrada de aire al radiador** pues se altera el funcionamiento del ventilador y puede llegar a griparse el motor.

Si se pinta, lava o petrolea el motor debe protegerse el ventilador para evitar fallos en el **"bimetal"** y posible agarrotamiento del **"pasador de mando"**.

**358.** En caso de avería del ventilador, existe un dispositivo de "bloqueo" que lo hace solidario al motor, actuando como un ventilador convencional. Esto sólo debe hacerse como medida de emergencia y no recorrer más de 1.000 kilómetros en estas condiciones.

## AVERIAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

**359.**

| AVERIAS  | CAUSAS  | SOLUCION  |
|--|---|---|
| El ventilador no gira a r.p.m. máximas                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correa de accionamiento floja.</li> <li>• Panel de radiador sucio.</li> <li>• Pérdida de silicona en el ventilador.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensar correa</li> <li>• Limpiar radiador</li> <li>• Llevar al taller</li> </ul> |
| El ventilador termorregulado gira siempre a r.p.m. máximas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paso de retorno obstruido.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller</li> </ul>  |

## TERMOCONTACTO

**360.** Es un interruptor accionado por la temperatura del líquido refrigerante. Cuando la temperatura es alta (95°C), cierra el circuito y el electroventilador se pone en marcha, y cuando baja la temperatura (90°C), se abre el circuito y se para. Se encuentra situado a la salida del líquido refrigerante del radiador. (Véase figura art. 351).

## TERMOSTATO (VALVULA TERMOSTATICA)

**361.** Para que el rendimiento del motor sea el mayor posible es necesario disponer de un dispositivo que haga que el sistema de refrigeración no actúe cuando el motor está frío y se consiga rápidamente la temperatura de óptimo rendimiento, todo lo cual se consigue con el termostato o válvula termostática. Un motor frío se desgasta más y funciona peor.

Esta temperatura, medida en el líquido refrigerante es variable, oscilando entre los 85° y los 95°C. Por ello, este dispositivo ha de permitir que el sistema no actúe (85°) o lo haga de forma completa (90°) o parcialmente, dependiendo de la temperatura del motor, es decir, variando la circulación del líquido refrigerante (agua), entre el motor (cilindros) y el radiador.

El líquido refrigerante circulará con mayor frecuencia y cantidad con el motor caliente funcionando y el vehículo detenido.

El termostato regula la temperatura del motor, no la del líquido refrigerante (agua).

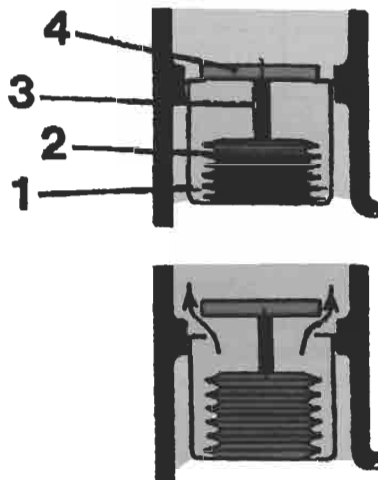
**362.** El reglaje de la temperatura del líquido refrigerante y, a la vez, el de la del motor, se realiza de forma:

- **Manual:** (ya no se utiliza). Consiste en cubrir más o menos (persianas enrollables) la superficie del radiador.
- **Automático:** Se basa en la utilización de un regulador o válvula termostática (termostato).

**363.** El **termostato**, generalmente, **está situado a la salida del líquido de la culata hacia el radiador**, en la parte alta del bloque motor.

Cuando el **motor está frío**, **impide el paso del líquido** (el motor se calienta rápidamente). **A medida que el motor se calienta, el termostato va permitiendo el paso del líquido refrigerante.**

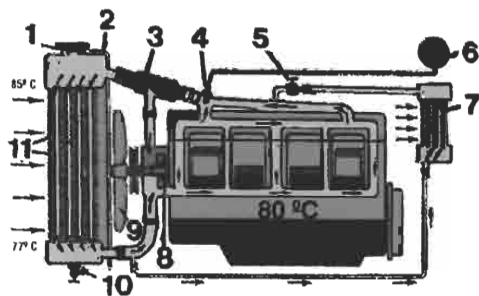
Actúa sobre el paso del líquido refrigerante manteniendo su temperatura sobre los **90°C**.



Termostato de fuelle

1 Soporte metálico. 2 Fuelle metálico. 3 Vástago. 4 Válvula de cierre.

**365. - De cera:** Es un **termostato de fuelle** en que se sustituye el líquido volátil por **cera**.



Posición del termostato en el sistema de refrigeración  
1 Válvula de seguridad. 2 Tubo de rebose. 3 Termostato. 4 Palpador de temperatura. 5 Válvula de regulación. 6 Termómetro. 7 Intercambiador de calor. 8 Bomba de refrigeración. 9 Ventilador. 10 Tapón de vaciado. 11 Radiador.

**364.** Se utilizan dos tipos de termostato:

- **De fuelle:** **Muy utilizado** actualmente, está constituido por un fuelle metálico hermético que contiene un líquido volátil como éter o gas dilatable (se evapora fácilmente).

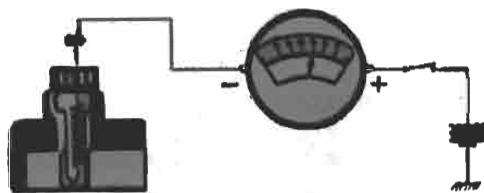
Este fuelle **se coloca a la salida del líquido hacia el radiador**, en el manguito que une aquél y el motor y monta en su parte superior una válvula, que permite o no el paso del líquido refrigerante en consonancia con la temperatura del motor.

## ELEMENTOS DE CONTROL

**366.** El conductor debe tener conocimiento de la temperatura del líquido refrigerante para evitar daños mayores. Para ello se dota al motor de un **termómetro eléctrico o bien de un testigo luminoso**.

## TERMOMETRO

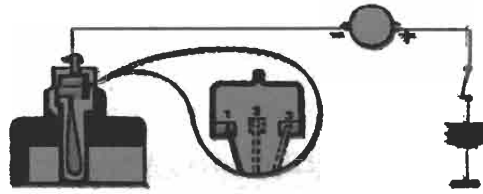
**367.** Indica en cada momento la **temperatura del líquido**, basándose en una escala con diferentes coloraciones. **Si llega a la zona roja hay que parar inmediatamente el motor.** Es mandado electrónicamente por una **termistancia** (sensor de temperatura) situada en la culata o sobre el radiador, que **deja pasar una corriente** más o menos intensa **en función de la temperatura**, activando la **aguja** del indicador de la **temperatura**.



Termómetro

## TESTIGO LUMINOSO

**368.** Se trata de una **lámpara** que se **enciende** al poner el contacto de la **puesta en marcha (1)** **apagándose** seguidamente **(2)**. Permanece **apagada** mientras la temperatura del **líquido refrigerante no** alcance un valor tan alto que pudiera ser **perjudicial**, es decir, que volverá a **encenderse** cuando la **temperatura es muy alta (3)**, momento en que hay que **de- tener** el funcionamiento del **motor inmedia- tamente**.



Testigo luminoso

**1** Lámpara encendida. **2** Lámpara apagada. **3** Lámpara encendida.

## TERMORRESISTENCIA

**369.** Está constituida por una **lámina bimetálica deformable en función de la temperatura**, unien- do o separando los contactos de la lámpara piloto, dependiendo de la temperatura.

## CIRCUITOS DE REFRIGERACION

**370.** El **circuito de refrigeración** consigue **evitar** que el **líquido refrigerante** alcance tempera- turas en las que **empiece a hervir** (100 °C), momento en que dicho circuito **perdería su efi- cacia**.

Existen **dos tipos de circuitos de refrigeración**, que son:

- **Circuito abierto.**
- **Circuito cerrado o sellado.**

Ambos circuitos **funcionan** a una **presión mayor** que la **atmosférica**, circunstancia por la cual la **temperatura de ebullición** del líquido refrigerante es **superior a los 100 °C**.

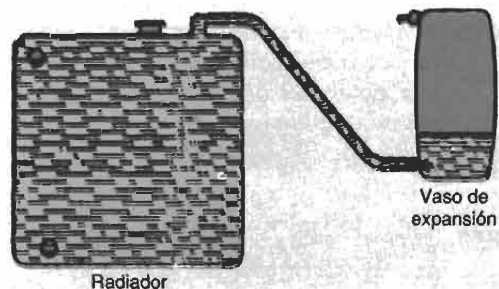
## CIRCUITO ABIERTO

**371.** Es un circuito **poco utilizado** debido a las pérdidas de líquido irrecuperable.

El radiador lleva un tapón de llenado en su parte superior que posee una válvula de seguridad pa- ra asegurar que no se produzcan sobrepresiones en el circuito, momento en que saldría el va- por a través de ella. La **ebullición** del líquido refrigerante se **produce antes** que en el **cir- cuito cerrado**.

## CIRCUITO CERRADO O SELLADO (REFRIGE- RACION FORZADA)

**372.** Es el **circuito mayoritariamente utiliza- do**, el cual **se comunica con un vaso de expansión** que contiene líquido refrigeran- te. Esta comunicación se puede hacer desde la válvula de seguridad o desde el mismo ra- diador. A la entrada del vaso de expansión hay una **válvula de seguridad** de doble efecto.



Circuito cerrado

Si se observa aceite en el vaso de expansión pudiera de- berse al mal estado de la junta de culata. (Véase art. 394).



- 373.** Cuando la **presión alcanza valores que pudieran perjudicar al motor, el vapor pasa al vaso de expansión**. Si el valor es bajo, la válvula permite el paso del líquido al radiador restableciéndose el nivel adecuado sin pérdida alguna. Con el **motor caliente** el **nivel** del líquido refrigerante en el **vaso de expansión** será **más alto**.
- 374.** Además, se **consigue aumentar o elevar el punto de ebullición del líquido refrigerante** (al aumentar la presión se retrasa el **comienzo de la ebullición**, hasta pasados los 100 °C) **en relación con el circuito abierto**, mejorando el rendimiento del motor.

## LIQUIDOS REFRIGERANTES

- 375.** El **agua contiene sales calcáreas** que obstruyen las canalizaciones del circuito (se corrige destilándola), a altas temperaturas de ebullición es muy oxidante y por debajo de 0°C solidifica (se hiel) aumentando su volumen (riesgo de producirse grietas en el bloque, culata y radiador).

**Para evitar todo ello, se mezcla el agua destilada con anticongelante**, denominándose dicha mezcla "**líquido refrigerante**", que hace que el agua no se congele hasta los **-30°C** (o más, dependiendo de su concentración), no empiece a hervir hasta pasados los **100°C** (muy interesante en tiempo cálido) y reduzca la corrosión de las partes metálicas del circuito.

- 376.** El **líquido refrigerante** quedará compuesto por:

- **Agua destilada.**
- **Anticongelante (etilenglicol).**
- **Bórax.**
- **Antiespumante.**
- **Colorante.**

- 377.** Si en un **circuito abierto baja el nivel, sólo** hay que reponer el **agua** (los aditivos no se evaporan). Si ello **ocurre** en un **circuito cerrado** será debido a **fugas** y antes de rellenar con líquido refrigerante se revisarán todos los elementos del circuito.

Al cambiar el **líquido refrigerante** se debe tener en cuenta el **punto de congelación** del mismo de acuerdo con el **clima o temperatura** con que vaya a tener que trabajar el motor.

## REFRIGERACION POR AIRE

- 378.** El **calor** se evacua directamente **al aire**, para lo cual el **motor** se construye de **aleación ligera** (con buen coeficiente de conductividad térmica) y se aumenta su superficie de contacto con el aire, dotándole de una serie de **aletas**, que serán **más grandes** cuanto **mayor** es el **calor a evacuar**, como son las más **cercanas de la culata** (cámara de compresión).

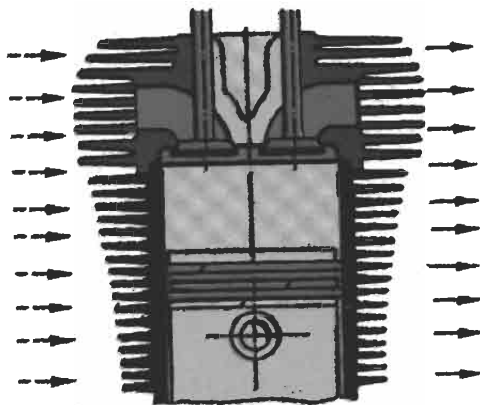
- 379.** Dependiendo de la forma de provocar que el aire incida sobre los cilindros, existen **dos tipos de refrigeración por aire**:

- **Directa.**
- **Forzada.**

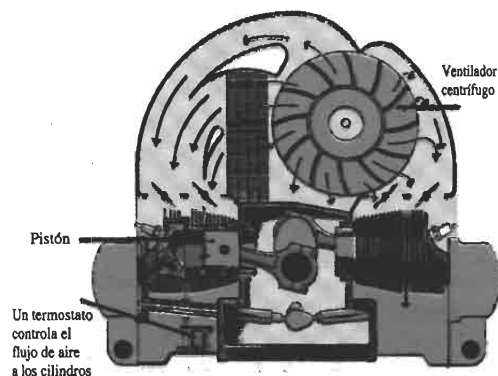
## REFRIGERACION POR AIRE DIRECTA

**380.** La corriente de aire proviene del movimiento del vehículo que incide sobre el motor, refrigerándolo, por lo que dependerá de la velocidad a que se circule (más o menos corriente de aire) y de la temperatura del aire (más o menos frío).

Al ralentí con el vehículo parado la refrigeración es mínima y a baja velocidad insuficiente, por lo que sólo se utiliza en motocicletas de pequeña cilindrada.



Refrigeración por aire directa



Refrigeración por circulación forzada de aire

## REFRIGERACIÓN POR AIRE FORZADA

**381.** Se emplea en algunos turismos, generalizándose su uso hasta en los motores de refrigeración directa, lo que hace que ésta tienda a desaparecer. Una turbina que recibe el movimiento del motor, produce una corriente de aire que se canaliza hacia el motor.

**382.** Existen dos tipos de turbina, la radial (aletas en forma de paletas, corriente de aire radial) y axial (aspas en forma de estrella, corriente de aire en sentido del eje).

**383.** Un estrangulador automático regula la entrada de aire dependiendo de la temperatura del motor, por lo que, en el arranque en frío, cierra la entrada de aire y el motor alcanza rápidamente su temperatura de funcionamiento.

## VENTAJAS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION POR AIRE

- 384.** - Mínimo entretenimiento y pocas averías.  
 - Mayor rendimiento térmico (menor pérdida de calor por refrigeración).  
 - Mayor rapidez en alcanzar la temperatura de funcionamiento óptimo del motor.  
 - Menor peso y tamaño del motor.  
 - Simplicidad de diseño y construcción.

## INCONVENIENTES DEL SISTEMA DE REFRIGERACION POR AIRE

- 385.** - Refrigeración irregular.  
 - Produce mucho ruido.  
 - Uso del estrangulador o estáter muy a menudo (el motor se enfría rápidamente).  
 - Peor llenado de los cilindros (menor potencia útil).  
 - Dificultad de refrigerar motores policilíndricos, en "V" o en línea (se utiliza en motores boxer u opuestos).

**MANTENIMIENTO. PREVENCIÓN DE AVERÍAS**

**386. - Controlar periódicamente el nivel del líquido refrigerante** a través del **vaso de expansión** en el **circuito cerrado**. Es correcto cuando el líquido se encuentre en el nivel medio de dicho vaso. Entre el máximo y el mínimo.

- **Controlar regularmente la tensión de la correa** o correas de mando de la bomba de agua (correa del cigüeñal), ya que de estar floja se calentaría excesivamente el motor.

**387.** Una forma de detectar si la correa está destensada es, con el motor frío pero funcionando, conectar varios elementos eléctricos (luces, radio, limpiaparabrisas, etc.). Si la correa está destensada se oír un chillido indicando que la correa está patinando. Al desconectar los aparatos dejará de hacer ruido.

**388. FORMA DE CONTROLAR LA TENSION DE LAS CORREAS:** Empujar sobre el centro de mayor tamaño de correa con el dedo pulgar, la flexión debe ser igual a una vez el espesor de la correa por cada **300 mm** de tramo (medido entre centros de poleas).

Existen tensiómetros que indican directamente si es correcta la tensión de la correa. Los valores se dan en función del tramo y del tipo de correa, trapezoidal lisa o poliúve. También influye que la correa sea nueva o ya esté rodada.

Si la transmisión se realiza por dos correas, cuando se cambie una debe cambiarse la otra.

**389. Cuando se regula la tensión de una correa, hay que hacer funcionar el motor durante aproximadamente un minuto** y después volver a regular la tensión.

- **Utilizar el líquido refrigerante recomendado** por el fabricante, o en el **caso de usar agua, añadir anticongelante** en las **proporciones indicadas** en los libros de **instrucciones** de éste (según la temperatura a la que se quiera proteger el circuito). La mezcla de agua y anticongelante debe siempre realizarse antes de introducirla en el circuito de refrigeración.

**390. - Verificar la estanqueidad del circuito** vigilando que no existan fugas por los manguitos y sus abrazaderas.

- **Cambiar el líquido refrigerante por otro, como mínimo, una vez cada dos años**, efectuando así mismo una limpieza interior del radiador. Esta limpieza debe realizarse en el taller.

**391. - Limpiar exteriormente el radiador al menos una vez al año.** Realizarlo soplando de atrás hacia delante con aire comprimido o con una mezcla de agua caliente y detergente a presión. No deben utilizarse productos grasos como: Queroseno, petróleo, gas-oil, etc.

- **Si existiera un descenso importante** de líquido refrigerante **rellenar con nuevo líquido a través del vaso de expansión** o con una mezcla de agua y anticongelante que tenga la misma concentración inicial. Nunca añadir agua sola.

**392. - Cuando se llena un circuito** de refrigeración y una vez comprobado que todos los tapones o grifos de vaciado están cerrados, se debe **hacer funcionar el motor de dos a tres minutos** para comprobar si se ha alcanzado el nivel, o por el contrario hay que añadir más líquido.

- **Todas las operaciones deben realizarse con el motor en frío.** Si hubiera que abrir el tapón del radiador con el motor caliente girarlo solamente un cuarto de vuelta, esperar la descompresión y después abrir del todo.

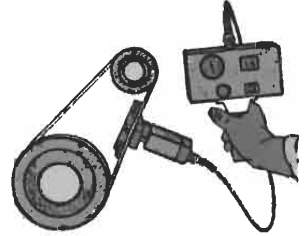
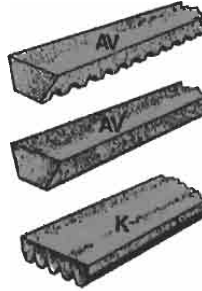
**393. - Durante las operaciones de mantenimiento tratar de evitar salpicaduras de aceite, líquido refrigerante o incluso pintura en las correas.**

**- Limpieza y ajuste del ventilador.**

**- Comprobación del funcionamiento del termostato.**

| Tipo  | Cantidad de correas | Forma      | Correa |        |
|-------|---------------------|------------|--------|--------|
|       |                     |            | Nueva  | Rodada |
| AV 10 | 2                   | Dentada    | 4,2    | 4,7    |
| AV 11 | 1                   | Dentada    | 4,7    | 5,2    |
| AV 13 |                     | Lisa       | 3,0    | 3,5    |
| AV 11 | 2                   | Dentada    | 3,3    | 3,7    |
| AV 13 |                     | Lisa       | 1,6    | 2,0    |
| K 5   |                     | 5 estrías  | 3,0    | 3,9    |
| K 6   |                     | 6 estrías  | 2,7    | 3,4    |
| K 7   |                     | 7 estrías  | 2,4    | 3,0    |
| K 8   |                     | 8 estrías  | 2,4    | 2,9    |
| K 9   |                     | 9 estrías  | 2,3    | 2,8    |
| K 10  |                     | 10 estrías | 2,2    | 2,7    |
| K 12  |                     | 12 estrías | 2,1    | 2,5    |

Escala de tensiones



Correas y tensiómetro

## DETECTAR AVERIAS

| 394. | DEFECTO   | CAUSA  | ¿QUE HACER?   |
|------|---|--|---|
|      | <b>El motor consume líquido refrigerante sin sobrecalentarse.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga exterior por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Manguitos perforados o abrazaderas flojas.</li> <li>Tapones de desarenado.</li> <li>Bomba de agua.</li> <li>Juntas del circuito exterior.</li> <li>Porosidad en bloque o culata.</li> </ul> </li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sustituir manguitos o apretar abrazaderas.</li> <li>Llevar al taller.</li> <li>Llevar al taller.</li> <li>Cambiar juntas o llevar al taller.</li> <li>Llevar al taller.</li> </ul>   |
|      | <b>Líquido refrigerante (agua) en el aceite (cáter).</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga interior por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Tapones de desarenado.</li> <li>Juntas de culata o camisas.</li> <li>Porosidad interna en bloque o culata.</li> <li>Refrigerador de aceite.</li> </ul> </li> <li>Junta de culata estirada (tira agua por el escape).</li> <li>Junta de culata compresor estirada (agua en los calderines de freno).</li> <li>Camisa o culata rajada.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Llevar al taller.</li> <li>Llevar al taller.</li> <li>Llevar al taller.</li> <li>Llevar al taller.</li> <li>Llevar al taller.</li> <li>Llevar al taller.</li> </ul>  |
|      | <b>Sobrecalentamiento del motor.</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Circuito obstruido.</li> <li>Radiador obstruido interiormente.</li> <li>Radiador sucio exteriormente.</li> <li>Refrigerador de aceite obstruido.</li> <li>Termostato no se abre (toda el agua pasa por el circuito corto).</li> <li>Ventilador no funciona correctamente. Da poco aire por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Correa destensada.</li> <li>No embraga el ventilador viscoso (fuga silicona o defecto bimetal).</li> </ul> </li> <li>Correa de la bomba de agua floja o rota.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lavar circuito preferentemente en taller.</li> <li>Lavar preferentemente en taller.</li> <li>Limpiar radiador.</li> <li>Llevar al taller.</li> <li>Cambiar termostato, si no se corrige llevar al taller.</li> <li>Tensar correa.</li> <li>Fijar el ventilador y llevar al taller.</li> <li>Tensar o cambiar.</li> </ul> |

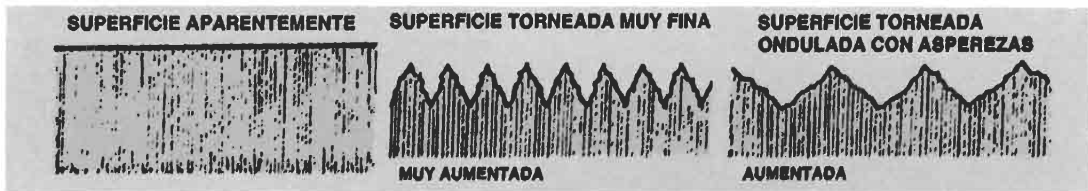
395.

| DEFECTO   | CAUSA   | ¿QUE HACER?  |
|---|---|--|
| <p><b>Nota: Siempre que el motor se sobrecaliente o se encienda el testigo indicador de temperatura, parar el motor e investigar la causa.</b></p> <p><b>No circular nunca sin termostato, pues el agua iría mayormente por el circuito corto que no opone resistencia y se sobrecalentaría el motor.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba de agua no da caudal suficiente por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Correa destensada.</li> <li>- Exceso juego entre cuerpo y turbina.</li> <li>- Toma de aire tapón vaso expansión.</li> <li>- Toma de aire por mal cebamiento.</li> <li>- Toma de aire por mal llenado circuito.</li> <li>- Toma de aire por falta estanqueidad circuito.</li> </ul> </li> <li>• Mal reglaje del motor por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Carburador mal reglado.</li> <li>- Bomba inyección mal calada.</li> <li>- Exceso de caudal de inyección.</li> <li>- Distribución mal reglada o calada.</li> </ul> </li> <li>• Falta de aceite o mala calidad del mismo.</li> <li>• Silencioso obstruido.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensar correa.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Cambiar tapón.</li> <li>• Cebat bomba.</li> <li>• Completar llenado.</li> <li>• Corregir si es posible o llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Completar o sustituir aceite.</li> <li>• Cambiar silencioso preferentemente taller</li> </ul> |
| <b>Humo blanco por el escape con el motor caliente.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paso de agua a la cámara de combustión o explosión.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>  |
| <b>El motor no se calienta lo suficiente.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termostato siempre abierto.</li> <li>• Ventilador viscoso siempre embragado (se comprueba si con el motor frío y acelerando al máximo el ventilador gira también al máximo).</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar termostato, si no se corrige llevar al taller. Se puede comprobar levantando la tapa de la caja del termostato.</li> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>   |
| <b>Silbidos procedentes del motor.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correa ventilador desgastada o mal ajustada.</li> <li>• Cojinetes de la bomba de agua desgastados o su falta de engrase.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar y ajustar.</li> <li>• Revisar, cambiar y engrasar.</li> </ul>   |

## SISTEMA DE LUBRICACION

### NECESIDAD DE LUBRICACION DE LAS PARTES MOVILES DE UN MOTOR

**396.** Por muy esmerado y preciso que haya sido el **trabajo** de acabado y pulido de las **superficies de dos piezas metálicas**, el aspecto de ambas aunque parezca liso, **presenta enormes irregularidades y asperezas**.



Perfil de la superficie metálica típica

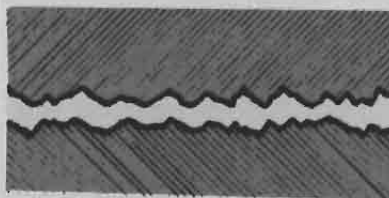
**397.** Si en estas condiciones se deslizase una superficie contra otra, se desarrollaría un enorme rozamiento en ambas, que desgastaría el material con rapidez y provocaría tal cantidad de calor que llegaría a producirse el **"gripado"** de las piezas (agarrotamiento por dilatación o soldadura de las piezas).

**398.** Para evitarlo, es necesario **interponer** entre las dos superficies una delgada **capa** (película) **de lubricante** que reduzca la fricción o rozamiento actuando a la vez como **refrigerante**.

Los **lubricantes utilizados** en los motores son líquidos, concretamente **ACEITES**.

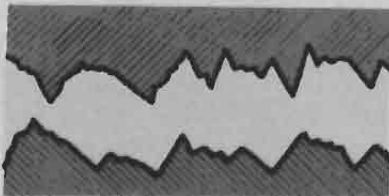
También **existen lubricantes semisólidos**, como las grasas, y sólidos como son el grafito y el bisulfuro de molibdeno.

**EN SUPERFICIES CON BUEN ACABADO UNA PELICULA FINA ES SUFICIENTE**



→  
PELICULA DE ACEITE

**EN SUPERFICIES MAL ACABADAS SE NECESITA UNA PELICULA GRUESA**



→  
PELICULA DE ACEITE

Espesor de la película de aceite según la rugosidad de las superficies.

### SISTEMAS DE LUBRICACION

**399.** Todos los sistemas han de lubricar una serie de órganos como son:

- Pistones y cilindros.
- Apoyos y muñequillas del cigüeñal y cabeza de biela.
- Ejes de pistones y pies de biela.
- Apoyos del árbol de levas.
- Taqués y levas.
- Vástagos de válvula.
- Ejes de balancines.
- Engranajes del sistema de distribución.

**400.** Los sistemas más empleados son:

- Lubricación a presión.
- Lubricación por mezcla.

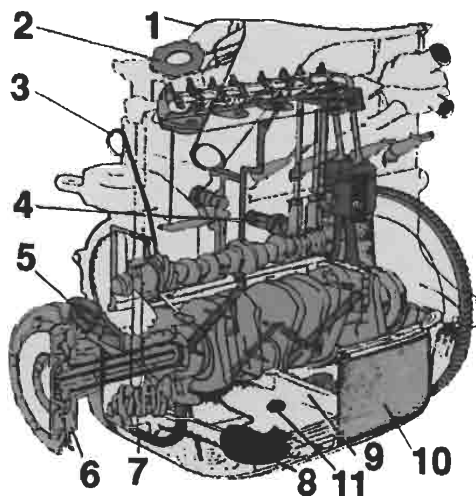
## LUBRICACION A PRESION

**401.** Se trata del **sistema de uso generalizado** en los motores actuales. 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 todas las piezas en movimiento** que requieren lubricación constante, rebosando nuevamente hacia el cárter.

Los **lugares donde no llegan las canalizaciones se lubrican** mediante proyección de aceite, provocada por el **movimiento de las bielas**.

El **aceite pasa por un filtro** que asegura su limpieza, ya que si llevase partículas en suspensión resultaría abrasivo.

Los elementos que constituyen el circuito de lubricación a presión son los seguidamente representados.



Lubricación a presión

**1** Tubo de aspiración de gases. **2** Tapón de llenado. **3** Varilla de nivel. **4** Manómetro de presión de aceite. **5** Válvula reguladora de presión. **6** Filtro centrífugo. **7** Bomba de aceite. **8** Depurador de aceite. **9** Pared rompeolas. **10** Cárter de aceite. **11** Tapón de vaciado.

**402.** Los **órganos lubricados a presión** son:

- **Apoyos del árbol de levas y cigüeñal.**
- **Cojinetes de biela.**
- **Eje de balancines.**
- **Bulón** (a veces se lubrica por proyección)

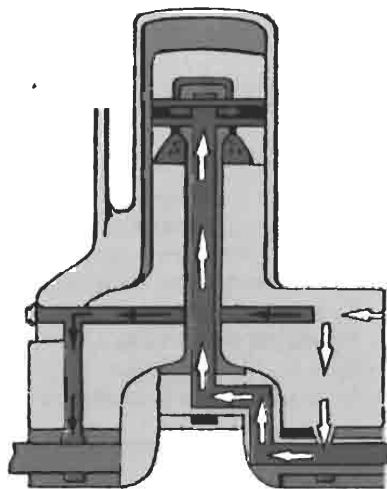
El **aceite del cárter es aspirado por una bomba a través de un filtro** depurador de paso grueso (secundario) que luego pasa a otro principal de malla fina, desde donde se dirige a presión a la canalización principal y de ésta a las secundarias, produciéndose una niebla aceitosa.

**403.** Los **órganos lubricados por proyección** son:

- **Camisas y pistones.**
- **Levas.** (Salvo árbol en culata)
- **Mando del sistema de distribución.**

Una **mejora del sistema** de lubricación es el llamado de **"a presión total"**, consistente en que el bulón se lubrica a presión, ya que la biela está taladrada en toda su longitud.

**404.** La **presión del aceite se mide mediante un manómetro** situado en la canalización principal. Esta presión ha de tener un **valor mínimo** de aproximadamente 1,5 bares en ralentí y un **valor máximo** sobre los 5 bares, **controlándose** esta presión **máxima** mediante una **válvula de descarga**.



Lubricación a presión total

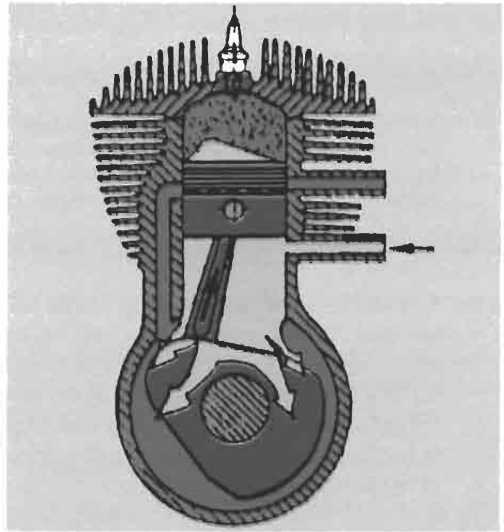
## LUBRICACION POR MEZCLA

**405.** La lubricación por mezcla consiste en **añadir al carburante** la cantidad de **aceite** necesaria. La mezcla debe ser homogénea antes de repostar, siendo aconsejable utilizar aceites que lleven añadidos disolventes.

Se trata de un **sistema empleado** en los **motores de dos tiempos**, presentando la desventaja de que el aceite pasa a la cámara de combustión, formando carbonilla en mayor cantidad que en los motores de cuatro tiempos.

La ventaja es que el aceite no precisa ser refrigerado.

Cuando el motor gira a pocas revoluciones se produce una estela de humos azulados que ensucian el escape. Es un sistema muy sencillo pero irregular, de ahí la tendencia al gripado del pistón en el cilindro.



Lubricación por mezcla

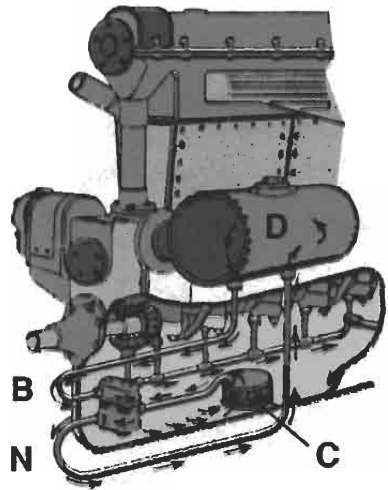
## LUBRICACION POR "CARTER SECO"

**406.** En los **motores** que alcanzan un **alto número de revoluciones** (rápidos), el aceite alcanza muy **altas temperaturas** por lo que **debe enfriarse** rápida y eficazmente, para lo cual se utiliza un sistema denominado **"por cárter seco"**. Consta de un depósito de aceite de gran capacidad, fuera del motor (de mayor capacidad que el cárter) refrigerado por aire.

A la **bomba "B"** llega por **gravedad** el aceite del depósito y lo **reparte** por todos los **elementos** a lubricar. Una vez ha **hecho** todo el **recorrido cae al cárter** desde donde se traslada al **depósito exterior** por medio de la otra **bomba "N"**.

**407.** Las **ventajas** de este sistema son:

- La primera bomba se mantiene siempre en carga.
- Mayor capacidad de aceite en el depósito.
- Menor temperatura media del aceite.



Lubricación por cárter seco

D Depósito de aceite. B Bomba. N Segunda bomba.  
C Colador.

## INTERCAMBIADOR DE CALOR (RADIADOR DE ACEITE)

**408.** Tiene la **misión** de **mantener** la **temperatura** del aceite de engrase **dentro** de unos **valores aceptables** para que **conserv**e en todo momento sus **buenas condiciones de viscosidad**, y la de **refrigerar el aceite** durante el servicio.

Está **intercalado** en el **circuito principal** de lubricación, entre la **bomba y el filtro**.



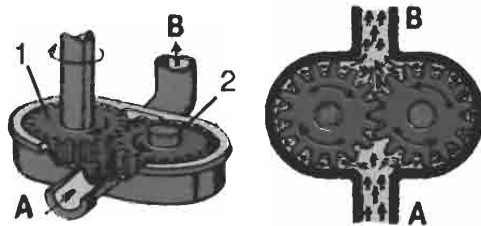
## ELEMENTOS DEL SISTEMA DE LUBRICACION POR PRESION

### BOMBA DE LUBRICACION DE ENGRANAJES

**409.** Mandar el aceite del cárter con la presión y cantidad necesaria para mantener y asegurar una perfecta lubricación directamente. **Recibe el movimiento del motor** (generalmente por engranaje del árbol de levas o directamente de la distribución) con lo que mandará más aceite al aumentar las revoluciones del motor, a través de unas **tuberías**, a los **puntos precisos**.

### DESCRIPCION DE LA BOMBA DE ENGRANAJES

**410.** Se trata de la **bomba más utilizada** en la actualidad. **Consta de un cuerpo de bomba** donde se alojan dos engranajes, que engranan continuamente entre sí, **recibiendo el movimiento del árbol de levas o del cigüeñal** (1 engranaje conductor) y transmitiéndolo al otro (2 engranaje conducido).



Bomba de engranajes  
A Entrada. B Salida.

**411.** La bomba sumergida en el cárter se encuentra, normalmente, llena de aceite, y al girar el motor giran los engranajes de la bomba.

En su movimiento, los **engranajes aspiran el aceite** y lo comprimen contra las paredes de la bomba, **saliendo a presión** por el orificio de salida. **Antes de entrar** en el cuerpo de bomba, el aceite pasa por un **depurador o filtro de partículas gruesas** y después de **salir por otro de partículas más finas, empujando** al aceite hacia los puntos de apoyo del **cigüeñal** y de la **distribución**.

A través del **orificio de salida**, el aceite pasa de la **bomba** a la **canalización principal**.

### ELEMENTOS DE CONTROL

**412.** Los **elementos de control** de la **presión de engrase** pueden ser:

- **Manocontacto.**
- **Indicador de nivel.**
- **Manómetro.**

### MANOCONTACTO

**413.** Se trata de un elemento de control que **avisa cuando la presión del aceite es insuficiente**, indicándolo con un **testigo luminoso** que se enciende en el tablero de mandos.

### INDICADOR DE NIVEL

**414.** Algunos vehículos llevan un indicador de nivel, que **sólo actúa cuando el motor está parado** y la llave de **contacto** en la posición de **encendido**.



Indicadores luminosos  
Encendido el de falta de aceite.

## MANOMETRO

**415.** Es el aparato **encargado de medir** en cada momento la **presión del aceite** en el interior del circuito de lubricación. **Se coloca** en la **canalización principal**, a la **salida** de la **bomba de engrase**, con una **derivación** en el **salpicadero** que advierte del funcionamiento.

Es un **elemento** de control **importantísimo**, ya que la **presión de engrase no puede bajar a ralentí de unos mínimos** (1,5 a 2 bares aproximadamente), pues esto indicaría o que no hay aceite suficiente o que algún elemento no funciona correctamente. **La presión tampoco puede superar unos valores máximos** (5 a 6 bares para motores pequeños y 8 bares para los grandes aproximadamente), ya que podrían ocasionarse desperfectos en los conductos de distribución de aceite.

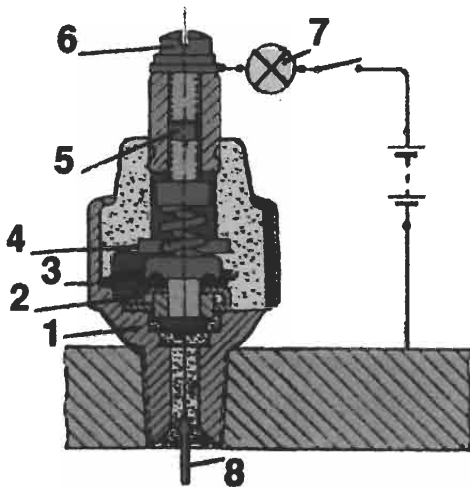
**416.** El **manómetro** es un tubo curvado que **se dilata por la presión** y transmite un movimiento a un **indicador cuya posición varía con el estado del aceite y con el número de revoluciones del motor**. **A más o menos revoluciones** del motor **más o menos presión** de engrase.

No lo llevan todos los vehículos. Los **manómetros más usados** son los de **mando eléctrico**.

Si el manómetro **marca** en el salpicadero **exceso** de presión puede que el **aceite esté demasiado frío o espeso** (denso o viscoso) y si **marca poca** presión puede que esté demasiado **caliente o diluido**.

## MANOCONTACTO DE PRESION DE ACEITE

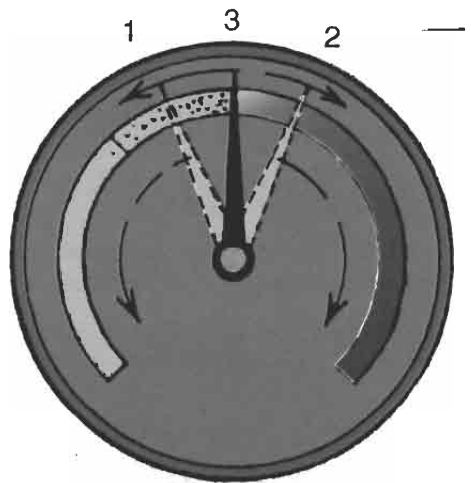
**417.** Generalmente se monta en los automóviles como **elemento de control**, un indicador de **presión de aceite** (manocontacto) que **avisa** cuando la presión del aceite es **muy baja** (0.3 a 0.6 atmósferas), indicando, cuando se **enciende** el testigo luminoso, la **falta de presión**, debiendo **parar el motor inmediatamente**.



Manocontacto de presión de aceite

1 Carcasa. 2 Plato de contacto. 3 Membrana. 4 Muelle de presión. 5 Tornillo de regulación. 6 Tornillo de unión. 7 Lámpara de señalización. 8 Presión de aceite.

Si el testigo se enciende por avería del monocontacto, se puede seguir circulando hasta su reparación inmediata.



Indicaciones del manómetro en el salpicadero  
1 Aceite fluido. 2 Aceite viscoso. 3 Estado normal. **A más r.p.m. del motor el manómetro marca más y viceversa.**

**418.** En algunos vehículos el manómetro va combinado con el indicador de nivel. Al poner el contacto se encienden los indicadores, a la vez que la aguja del manómetro marca en la escala superior el nivel de aceite en el cárter.

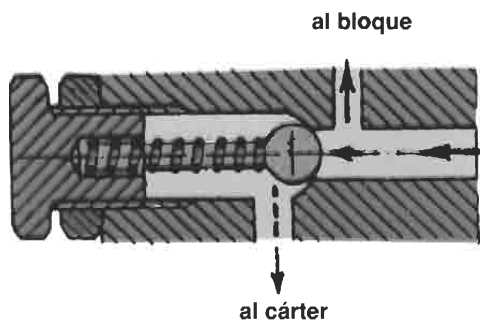
**Al arrancar el motor se deben apagar los indicadores** y la aguja del manómetro marcar en la escala inferior la presión a que se encuentra el aceite.

## VALVULA LIMITADORA DE PRESION (VALVULA DE DESCARGA)

**419.** Como la **presión** de aceite **varía en función** del régimen de **revoluciones del motor** y de la **viscosidad del aceite**, puede suceder que dicha **presión** sea **excesiva** pudiendo **causar daños** en el sistema de lubricación.

**Para evitar esto** se instala una **válvula de descarga**, colocada a la salida de la bomba de engrase que, cuando se sobrepasa una determinada presión, devuelve el aceite al cárter.

El aceite pasa por un conducto con **dos trayectoria**s: una va al sistema de lubricación y otra (que se encuentra cerrada por una bola presionada por un resorte) va a dar al cárter.



Válvula limitadora de presión

## FILTRO DE ACEITE

**420.** El aceite contiene **impurezas o sustancias sólidas** como son las partículas metálicas debidas al desgaste de las piezas y la carbonilla y hollín provenientes de la combustión, que **deben ser eliminadas** para que no deterioren las piezas a lubricar y el aceite.

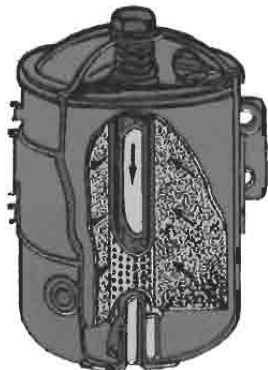
Para ello se dota al sistema de lubricación de **elementos de filtrado**, que pueden ser:

- **Filtro colocado antes de la entrada del aceite a la bomba** (retiene las partículas gruesas).
- **Filtro colocado después de la salida del aceite de la bomba**, conocido como "**filtro de aceite**" (purifica el aceite).

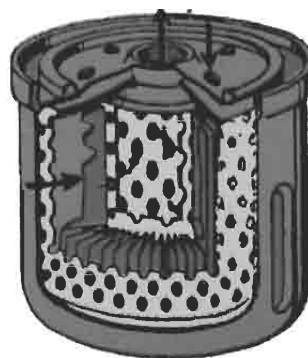
Los filtros están compuestos de un conjunto de materia textil porosa (papel o algodón) enrollado en forma de estrella o acordeón para aumentar la superficie filtrante. Este cartucho lleva una envoltura metálica con orificios para la entrada y salida del aceite.

**421.** Dependiendo de si se puede o no cambiar el elemento filtrante, existen:

- **Filtro con cartucho cambiabile**, muy empleado en los motores Diesel. El elemento filtrante se sustituye, por lo que resulta más económico.
- **Filtro monoblock**, utilizado comúnmente en los motores de explosión. El elemento filtrante y su envoltura metálica forman un conjunto, y se sustituye todo de una sola vez. Son de fácil colocación y suelen ir roscados a un soporte en la tubería principal de circuito del bloque del motor.



Filtro de cartucho recambiable

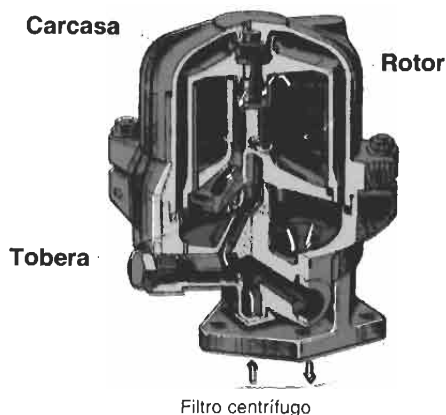


Filtro monoblock

## FILTRO CENTRIFUGO DE ACEITE

**422.** En algunos **motores Diesel**, los cuales requieren un **filtrado más perfecto** que los de explosión, se utilizan **"filtros centrífugos"** en los que el conjunto giratorio (una carcasa y un rotor) del filtro impulsan las partículas hacia el exterior, agrupándose en la pared interior (rotor), quedando filtrado el aceite cayendo directamente al cárter, es decir, no va en ningún punto de engrase. En ciertos casos, las partículas metálicas se retienen mediante un imán.

**Siempre que se cambie el filtro principal de aceite hay que cambiar el filtro centrífugo en su caso.**



## REFRIGERACION DEL ACEITE

**423.** Debido a las **altas temperaturas** que alcanzan los motores, el **aceite se va alterando**, por lo que es **precisa la refrigeración** del mismo, empleándose para ello, **dos métodos**:

- **Refrigeración por cárter.**
- **Refrigeración por radiador de aceite** (intercambiador).

### REFRIGERACION POR CARTER

**424.** Empleado en **todos los vehículos**, consiste en hacer que el aire incida sobre el cárter que contiene el aceite.

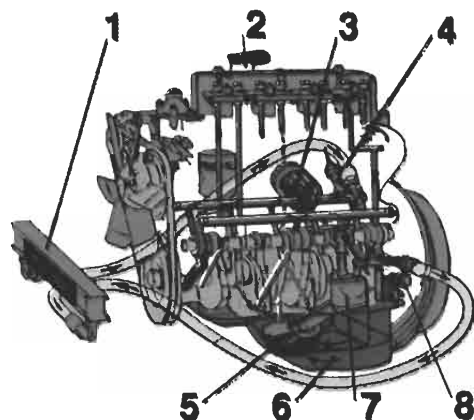
La eficacia de la refrigeración estará en función de la superficie y del grosor y tipo de material empleado en la construcción de los elementos que, en contacto con el aceite, está expuesta al aire. (Aletas en el carter o fabricado con aluminio)

### REFRIGERACION POR RADIADOR DE ACEITE (INTERCAMBIADOR)

**425.** Se trata de un **sistema complementario del anterior, intercalado** en el circuito principal de lubricación **entre la bomba y el filtro**.

Se **utiliza en motores de elevado rendimiento** que trabajan en duras condiciones (elevados regímenes de revoluciones) **y** también en aquellos **motores refrigerados por aire**.

Consiste en hacer pasar el aceite por un radiador donde se refrigera. Dispone de una válvula de paso que sólo deja pasar el aceite caliente. En algunos motores Diesel con temperaturas críticas de funcionamiento se monta un segundo intercambiador.



Radiador de aceite

**1** Radiador de aceite. **2** Tapón de llenado. **3** Filtro de aceite. **4** Manómetro de presión de aceite. **5** Filtro de aspiración. **6** Cárter. **7** Bomba. **8** Válvula de sobrepresión.

## VENTILACION DEL SISTEMA DE LUBRICACION

**426. Durante el ciclo de funcionamiento del motor** y sobre todo en las fases de compresión, explosión y escape, **se pierden pequeñas cantidades de carburante y vapor de agua** que se mezclan con el aceite, lo cual **hace que pierda sus cualidades lubricantes** y se diluya, de ahí que haya que sustituirse periódicamente.

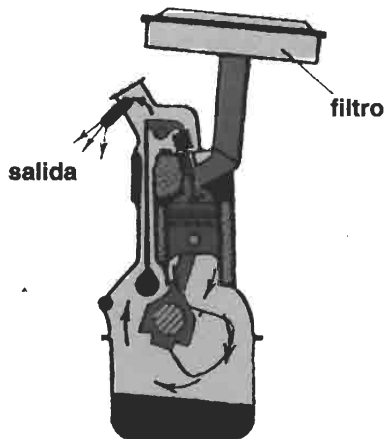
A su vez, debido a las **altas temperaturas** y presiones, el **aceite sufre una oxidación**, produciéndose vapores que quedan atrapados en el cárter.

Así pues, **es necesario** que tales **vapores salgan del cárter** conforme se vayan produciendo, lo que se consigue por el **procedimiento de ventilación del cárter**.

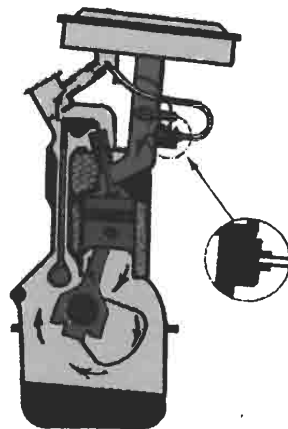
Si el **aceite de engrase** está muy **diluido** con un fuerte olor a gasolina puede deberse a que la **membrana** de la bomba de gasolina está **picada** y ha entrado **gasolina** en el interior del **cárter**.

**427.** Existen dos posibilidades de hacer salir los vapores fuera del cárter:

- **Ventilación abierta: Prohibida** por su contaminación atmosférica, al tener salida directa al exterior.
- **Ventilación cerrada: Obligatoria** para todos los motores actuales. Consiste en que el tubo que proviene del cárter **no tiene salida al exterior** (atmósfera) **sino al colector de admisión**, quemándose todos los **gases** en la **cámara de compresión** (interior de los cilindros) sin que perjudiquen demasiado al funcionamiento del motor.

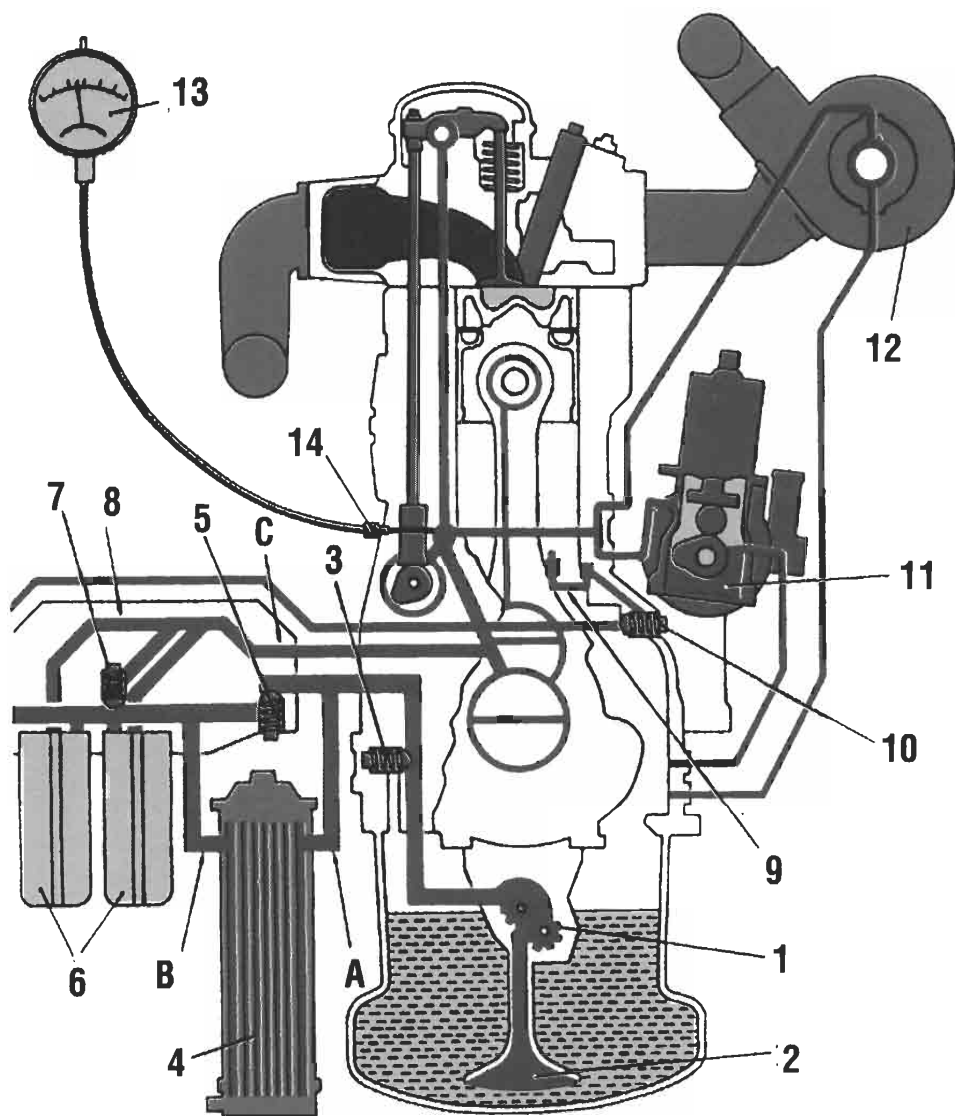


Ventilación abierta (prohibida)



Ventilación cerrada

## CIRCUITO DE ENGRASE DE UN MOTOR GRANDE



Circuito de engrase de un motor Diesel grande

1. Bomba de engrase de engranajes. 2. Toma de aceite del cárter. 3. Válvula de descarga. 4. Intercambiador de calor. 5. Válvula de by-pass del intercambiador. 6. Filtros. 7. Válvula de by-pass de los filtros. 8. Conducto de engrase a la bomba de inyección y al turbocompresor. 9. Surtidor de engrase de la parte baja del pistón. 10. Válvula de control de la presión del surtidor. 11. Bomba de inyección. 12. Turbocompresor. 13. Indicador de la presión del aceite en el circuito. 14. Toma del indicador de presión.

**428.** La bomba (1) recoge el aceite del cárter a través de un filtro (2) estabilizándose la presión de engrase por medio de la válvula de descarga (limitadora de presión) (3). El aceite pasa al intercambiador de calor (4) a través del conducto (A), sigue por el conducto (B) hacia los filtros secundarios (6) con su válvula de descarga (7). La válvula de presión (5) del intercambiador puede abrirse cuando la presión del aceite supera ciertos límites diferenciales entre A y B, haciendo a la vez de válvula de protección.

A la salida del conducto que va a los filtros (7) está la derivación (8) que manda el aceite hasta el surtidor (9) de proyección al pistón. Otros circuitos auxiliares se derivan hacia la bomba de inyección (11) y turbocompresor (12), descargando ambos al cárter.

## TIPOS DE ACEITE

**429.** Los **aceites** pueden ser, según su naturaleza, de **dos tipos**:

- **Aceites minerales** (destilación fraccionada del petróleo), que son los **más usados** en la automoción.
- **Aceites sintéticos** (procesos químicos del petróleo), de **mayores prestaciones** que los minerales, si bien de elevado precio.

## CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS ACEITES

**430.** - Permitir un arranque fácil.

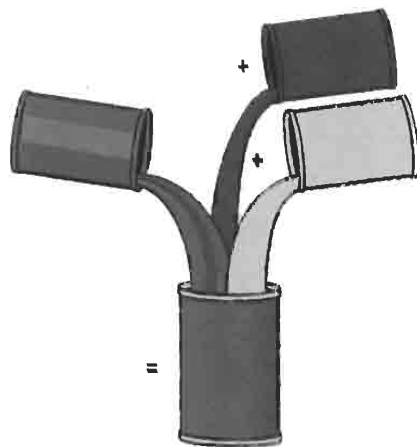
- Lubricar y prevenir desgastes.
- Reducir las fricciones.
- Refrigerar los elementos del motor, eliminando parte del calor generado.
- Proteger de la herrumbre y de la corrosión.
- Mantener la estanqueidad de la cámara de combustión, creando una película de aceite entre las paredes de la camisa y los segmentos del pistón.
- Mantener y conservar limpios los elementos del motor.
- Lavado y arrastre de los productos contaminantes como son:
  - Partículas metálicas.
  - Polvo exterior.
  - Residuos de la combustión.
- Evitar la formación de espuma.

## COMPOSICION DE UN ACEITE LUBRICANTE

**431.** Un **aceite** lubricante se compone de **dos elementos**:

- **Aceite base.**
- **Aditivos.**

Los aditivos son fundamentales en la obtención del aceite final, ya que no sólo refuerzan las cualidades naturales del aceite base, sino que le agregan otras nuevas, según el tipo de aditivo añadido.



Composición del aceite

## PROPIEDADES DE LOS ACEITES

**432.** Están en **función de los aditivos** que se añaden al aceite base:

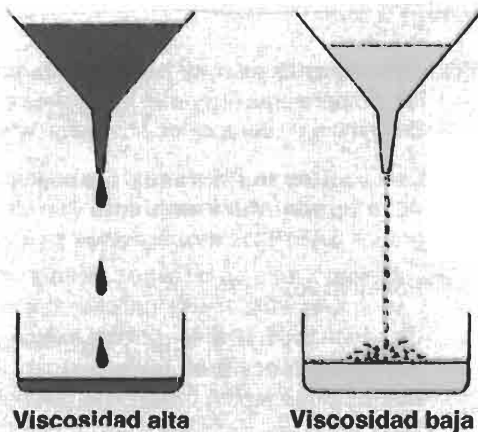


## VISCOSIDAD

**433.** Es la resistencia que presenta un aceite al fluir. La **viscosidad se mide en grados SAE** (Sociedad de Ingenieros de Automoción). Hay medidas científicas pero muy difíciles de usar. Tienen equivalencia con grados SAE que es más fácil de usar. Esta medida es independiente de la calidad y demás características y **sólo mide si un aceite es más o menos viscoso**.

Una **viscosidad** demasiado **alta** da **problemas de arranque en frío** y reduce la lubricación de segmentos y otras piezas móviles del motor.

Una **viscosidad** demasiado **baja** puede hacer que **no se forme la película** de aceite **suficiente**.



Viscosidad alta

Viscosidad baja

Viscosidad del aceite

## CLASIFICACION "SAE" DE LOS ACEITES

**434.** Existen **10 grados de viscosidad SAE**

**0W 5W 10W 15W 20W 25W -----> 20 30 40 50 60.**

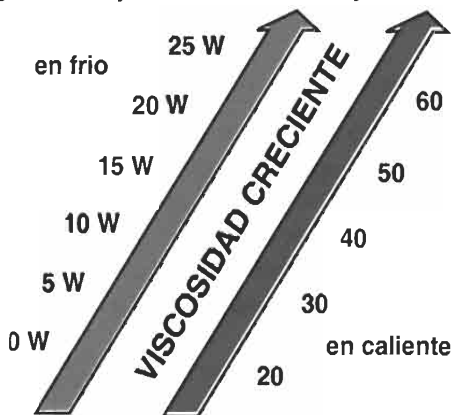
Todos los **aceites** que llevan la letra **"W"** son aceites de **invierno**. Esta cifra de **clasificación SAE** no indica el **valor exacto** de la **viscosidad** de un aceite, **pero sí** que **un aceite es más o menos viscoso que otro**. Un índice **60** es **muy viscoso** y un índice **10** es **muy fluido**.

Ejemplo:

Para una determinada temperatura un **SAE 40** es **más viscoso** que un **SAE 30** y este último es **más viscoso** que un **SAE 15W**.

**435.** No se debe **confundir la viscosidad con la densidad**. El agua es más densa que el aceite (el aceite flota en el agua). El aceite es más viscoso que el agua (tarda más en vaciarse un recipiente idéntico a través de un mismo orificio que contenga un litro de aceite que otro que contenga un litro de agua).

Los números SAE aparecen en las latas que se venden en el comercio. A partir del **grado 80** y **hasta 120** se **llaman valvulina**, utilizadas en las cajas de velocidades y grupo cónico-diferencial.

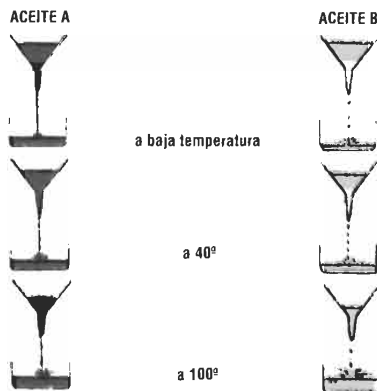


## INDICE DE VISCOSIDAD

**436.** La **viscosidad** de un aceite **varía en función de la temperatura**. Si ésta aumenta, la viscosidad baja y a la inversa.

El índice de viscosidad mide la mayor o menor importancia de la variación sufrida por la viscosidad de un aceite al modificar su temperatura. **Cuanto más alto es el índice de viscosidad menor será la pérdida de viscosidad que experimente al calentarse**.

Los **motores sufren el máximo desgaste** durante los periodos de arranque **en frío**, por ello hay que **utilizar aceites menos viscosos** (más fluidos) **en invierno que en verano**.





## ACEITES MULTIGRADOS

**437. Actualmente es muy frecuente la utilización de aceites multigrados**, debido a que con bajas temperaturas (invierno) los aceites en general se vuelven espesos e interesa que sean fluidos. En cambio en verano, los aceites se vuelven fluidos debido al calor e interesa que sean viscosos.

**Los aceites multigrados presentan dos grados o índices de viscosidad dependiendo de la temperatura ambiente** y se identifican por llevar dos números **SAE**, (combinación de dos grados SAE) y los **monogrados** se identifican por llevar **un solo grado SAE**.

Por ejemplo:

Un aceite **SAE 10W40**, la **"W"** indica que el **primer número (10)** es el **grado de viscosidad** que tendrá el aceite **en invierno** (muy fluido) y el **segundo número (40)** indica el **grado de viscosidad** que tendrá en **verano** (semiviscoso), es decir, **multigrado**.

Conforme que el **primer número es mayor**, es **menos fluido** y a la vez que **lo es el segundo**, es **más viscoso**.

Un aceite multigrado **SAE 10W30** indica que a **bajas temperaturas** se comporta como un **SAE monogrado 10W** y a **altas temperaturas** como un **SAE 30**.

El número SAE no indica la temperatura exterior que soportan, por lo que se deben seguir las recomendaciones del fabricante.

Este comportamiento se consigue con la adición de aditivos.

**438. Ventajas de un aceite multigrado** sobre uno monogrado:

- **Elimina la necesidad de usar diferente aceite en verano** que en **invierno**.
- **Fácil arranque en frío** y también llegada rápida del aceite a las piezas del motor.
- **Garantiza** la formación de la **película de aceite a altas temperaturas** de funcionamiento.
- **Se reduce el consumo** de aceite y el de combustible.
- **Permite ampliar** los intervalos del **cambio de aceite**.
- Cubre una **amplia gama de aceites monogrados**.

## PODER DETERGENTE

**439. Es la capacidad** que tiene un aceite para **evitar** la formación de **depósitos carbonosos** en las ranuras de los motores, falda del pistón, guías y vástagos de las válvulas, etc.

**No todos los aceites son detergentes**, lo cual se consigue por medio de aditivos, de ahí que **no deben mezclarse** con los que no lo sean.

Un aceite **detergente no limpia** el motor, no arranca la carbonilla añeja **ni disuelve** los depósitos formados en la cámara de combustión. **Lo que realmente hace** el poder detergente de un aceite es **arrastrar los residuos** de la combustión, **manteniéndolos dispersos** y reduciendo la fijación de esos depósitos a las superficies metálicas, es decir, **emulsionar** la carbonilla y demás residuos sólidos.

Un **aceite detergente (SAE-30HD)** a los **pocos kilómetros**, debe presentar un aspecto **ennegrecido** como prueba de que cumple su cometido.

## PODER DISPERSANTE

**440. Es la propiedad** de un aceite para **evitar** que las **partículas** que arrastra consigo **se junten unas con otras** formando masas pegajosas.

## ACEITES SINTETICOS

**441.** Se obtienen del petróleo por procedimientos químicos especiales en las industrias petroquímicas.

Estos aceites tienen las siguientes **ventajas** sobre los minerales:

- **Menor degradación** con el uso (duran más).
- **Es más untuoso a bajas temperaturas** (facilita el arranque en frío).
- **Reducen su consumo** a altas temperaturas.
- **Tienen mayor índice de viscosidad.**

Los **aceites sintéticos** se **comportan** como un **aceite multigrado** de altas prestaciones. La única desventaja es su precio, aunque con su relación de calidad, puede ser interesante.

**Un aceite sintético nunca debe mezclarse con uno mineral.**

## CARACTERISTICAS DE LOS ACEITES

**442.** Para que el motor funcione correctamente es importantísimo utilizar el aceite adecuado a las características particulares del mismo. **Los aceites más utilizados actualmente son de origen mineral** con aditivos y tratamientos que les confieren propiedades específicas.

También existen aceites sintéticos, de elevadas prestaciones, pero muy caros, si bien, la relación duración-coste, puede suponer una importante economía al final.

**443.** Las **características de un aceite** son:

- **Viscosidad:** Es la resistencia que opone al fluir por un conducto. Se mide por el índice de viscosidad.
- **Adherencia:** Es la capacidad que posee de adherencia a las superficies que impregna.
- **Punto de congelación:** Es la temperatura a la cual se solidifica.
- **Punto de inflamación:** Es la temperatura a la que se inflaman sus gases o vapores en contacto con puntos incandescentes.
- **Detergencia:** Es el efecto, debido a ciertos aditivos, de arrastrar y mantener en la superficie del aceite, residuos y posos.
- **Estabilidad química:** Es la capacidad que tiene un aceite de permanecer inalterable con el tiempo a la oxidación y a la descomposición.
- **Grado de acidez:** Es el porcentaje de ácidos libres que contiene un aceite para evitar corrosiones.
- **Cenizas:** Es el porcentaje de cenizas de un aceite.

## DESIGNACION POR CONDICIONES DE SERVICIO

### NORMAS A.P.I. (INSTITUTO AMERICANO DEL PETROLEO)

**444.** Esta norma clasifica los aceites según las condiciones a las que está sometido un motor, describiendo varios grados de severidad en el funcionamiento del mismo.

Las normas **API**, actualmente se subdividen en dos categorías.

- **SERIE "S"** para **motores de gasolina y motores Diesel ligeros:**
  - **SE, SF y SG.**
- **SERIE "C"** para **motores Diesel** de vehículos **industriales:**
  - **CC, CD y CE.**

Las segundas letras **E, F y G** o las letras **C, D y E**, definen la calidad. **Según aumenta la letra en el orden alfabético también aumenta la calidad**, de acuerdo con las exigencias del motor.

- 445. API SE Motores de gasolina:** (Exigencias en 1979). Asegura una protección contra la oxidación a temperaturas elevadas, contra la formación de posos a bajas temperaturas, posee cualidades antioxidantes y antidesgaste.
- API SF Motores de gasolina:** (Exigencias 1980). Responde a las características de la categoría **SE**, pero con una estabilidad de oxidación y cualidades antidesgaste mayores.
- API SG Motores de gasolina:** (Exigencias 1989). Posee estabilidad de oxidación, poder antidesgaste y de dispersión potenciados respecto al **API SF**. Es detergente.
- API CC Motores Diesel:** Apto para motores Diesel con un funcionamiento medianamente intenso. Proporciona protección contra los posos a temperaturas elevadas, así como contra el óxido y la corrosión.
- API CD Motores Diesel:** Apto para motores Diesel sobrealimentados, con un funcionamiento intenso y velocidades y potencia elevadas que exigen una protección muy eficaz contra el desgaste y los posos. Es detergente.
- API CE Motores Diesel:** Lubricante adecuado para un funcionamiento muy intenso y responde a la categoría **CD**, pero con las pruebas **MARCK EO-K/2 CUMIMINS NTC 400**.
- 446.** Existe otra clasificación "**CCMC**" (Comité de Constructores del Mercado Común) que, a igual que las normas **API** clasifica los aceites en función del grado de severidad a que se somete el funcionamiento del motor.
- **SERIE G1, G2, G3, G4, G5 para motores de gasolina.**
  - **SERIE PD1, PD2 para motores Diesel de turismos.**
  - **SERIE D1, D2, D3, D4 y D5, para motores Diesel poco solicitados (D1), solicitados o sobrealimentados (D2 y D3), y con funcionamiento intenso o sobrealimentados (D4 y D5).**

## MANTENIMIENTO

- 447.** La elección del aceite adecuado no es fácil. Un aceite puede ser bueno para motores de gasolina, pero no para motores Diesel, o ser conveniente para motores Diesel de aspiración normal pero no para motores Diesel sobrealimentados.

**Se deben utilizar los aceites recomendados por el fabricante** del vehículo. **No es necesario** que sean de la **misma marca** recomendada, pero **sí es aconsejable** que sean de la **misma calidad**, es decir, que se encuentran dentro de la **misma norma API o CCMC**.

Ejemplo:

| MARCA                                  | NORMA API | NORMA CCMC |
|--|-----------|------------|
| Super-turbo Diesel <b>SHPD</b> (CEPSA) | <b>CE</b> | <b>D5</b>  |
| KM X 2 <b>PLUS</b> (REPSOL)            | <b>CE</b> | <b>D5</b>  |

Cuidado con las ofertas de aceites, se debe tener en cuenta la calidad, no sólo el precio.

## OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

- 448. - Mantener el nivel de aceite adecuado en el cárter** (entre el máximo y el mínimo). Con un nivel demasiado bajo el aceite no llega a ciertos lugares.
- **Cambiar el aceite regularmente.** (Los aditivos terminan agotándose y el aceite pierde sus propiedades, se altera la viscosidad dejando de cumplir su función).
  - **Cambiar el filtro de aceite** (también el centrífugo si lo lleva) **periódicamente.** (Se ensucian con el tiempo, llegando incluso a obturarse).

## SUSTITUCION PERIODICA DEL ACEITE

- 449. El aceite** pierde sus propiedades, razón por la que es necesario **sustituirlo periódicamente**, según los consejos del fabricante (libro de mantenimiento).

**Actualmente los cambios de aceite**, en condiciones normales de funcionamiento, suelen hacerse **entre los 5.000 Km.** (motores Diesel, turboalimentados o con grandes relaciones de compresión) y **los 8.000 Km.** de algunos motores de **baja compresión** (gasolina).

A medida que envejece el motor conviene aumentar la frecuencia del cambio de aceite.

La **sustitución del aceite es conveniente hacerla con el motor caliente** y estando el vehículo en posición horizontal, abriendo el tapón de vaciado situado en la parte inferior del cárter.

**450.** No obstante, **la frecuencia** para cambiar el aceite periódicamente se establece **basándose en los siguientes conceptos:**

- **Calidad del aceite.**
- **Km/año que recorre el vehículo.**
- **Tipo de trabajo y carreteras por las que circula el vehículo.**
- También influyen la **superficie total de filtración** y si lleva filtro centrífugo de aceite.

**451.** Los intervalos de cambio se establecen en miles de kilómetros u horas de funcionamiento para vehículos que están mucho tiempo parados con el motor en marcha. (Una hora de funcionamiento equivale a 50 kilómetros recorridos).

Hoy día, **en algunos casos**, se pueden espaciar los **cambios de aceite hasta 40.000 kilómetros**, aunque siempre siguiendo las recomendaciones del fabricante.

**Como mínimo el aceite debe cambiarse una vez al año**, independientemente de los kilómetros recorridos.

Cuando los intervalos de **cambio son muy espaciados**, será necesario **añadir aceite** al cárter, pues es normal el **consumo** de aceite en todos los motores, que se estima en un **litro de aceite por cada 4.000 kilómetros recorridos**.

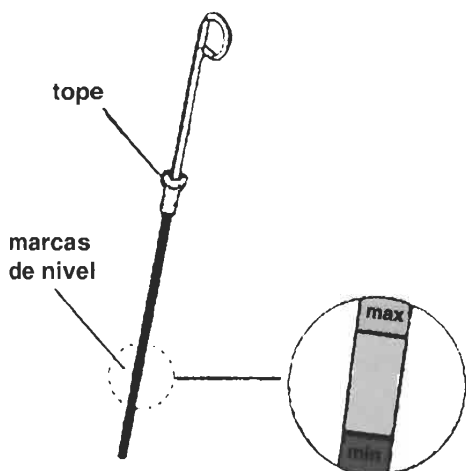
## CONTROL PERIODICO DEL NIVEL DE ACEITE EN EL CARTER

**452.** Se realiza mediante una **varilla** indicadora cuyos extremos están uno fuera del motor y el otro en el interior del cárter.

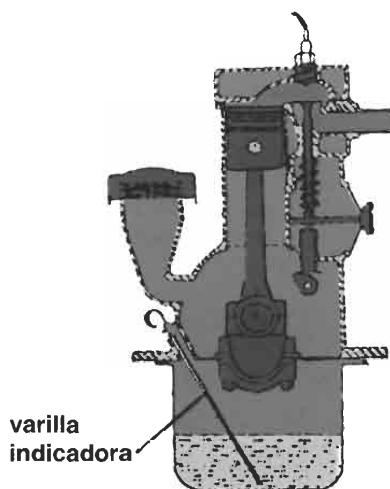
La medición es conveniente hacerla en **terreno llano** (horizontal) **con el motor en frío** (como mínimo cinco minutos después de haber parado el motor) y la **marca del aceite** ha de estar comprendida **entre** las marcas **máximo y mínimo**, (si acaso más cerca del máximo que del mínimo)

En caso de que el nivel esté bajo, debe **reponerse** el aceite que falte con uno de sus **mismas características**.

**Actualmente** se tiende a colocar un **indicador de nivel** de aceite, que **actúa sólo** cuando el **motor está parado** y la llave de **contacto** en posición de **encendido**.



Varilla indicadora del nivel de aceite



Posición de la varilla

## ACEITES USADOS

**453. Toda persona** que posea aceite lubricante que se haya vuelto inadecuado para el uso que se le hubiere asignado inicialmente y, en particular, **los aceites usados de los motores** de combustión y de los sistemas de transmisión, **está obligada** a destinar el mismo a una **gestión correcta**, evitando trasladar la contaminación a los diferentes medios receptores.

### 454. Queda prohibido:

- **Todo vertido de aceite usado en aguas superficiales**, subterráneas, marítimas, **alcantarillado** o evacuación de aguas residuales.
- **Todo depósito o vertido de aceite usado** con efectos nocivos sobre el suelo.
- **Todo tratamiento de aceite usado** que provoque una contaminación atmosférica (quemarlo) superior al nivel establecido.

**La persona que genere aceites usados deberá entregarlos** a establecimientos autorizados para la recogida, como pueden ser algunas gasolineras.

Lo mejor es cambiar el aceite en los talleres o estaciones de servicio que lo almacenen para luego ser recogido por empresas autorizadas.

## SUSTITUCION PERIODICA DEL FILTRO DE ACEITE

**455.** Debido a la acumulación de impurezas en el **elemento filtrante**, el filtro **llega a obstruirse siendo necesaria su sustitución**.

Es **recomendable** hacerlo **cada dos cambios de aceite** y, en caso de que éste se sustituya cada muchos kilómetros, hacerlo cada cambio de aceite.

**Usando aceites de la máxima calidad** y en utilización del vehículo por **autopista**, se suele recomendar el cambio de filtros cada dos **cambios de aceite o más, sin sobrepasar los 40.000 kilómetros**.

**456. Al cambiar el filtro** (aconsejable hacerlo en un taller) hay que **tener en cuenta** lo siguiente:

- **Quitarlo con una llave especial** para no dañar el cuerpo del filtro.
- **Apretarlo siempre con la mano**, aceitando la junta.
- **Verificar que es estanco** haciendo funcionar el motor.

No obstante es conveniente atenerse a lo que diga el fabricante en el libro de mantenimiento.

Con un **filtro en malas condiciones** pueden producirse **dos cosas**:

- **Una bajada de presión** en el engrase.
- **Un desgaste anormal** de las piezas del motor si el filtro tiene válvula by-pass.

## LIMPIEZA DEL CARTER

**457.** La **limpieza exterior del cárter** de grasas y barros que se acumulan en él, **contribuirá a mantener el aceite en la temperatura de máximo rendimiento**, ya que la corriente de aire, incidirá sobre la superficie exterior del cárter enfriando, en parte, el aceite.

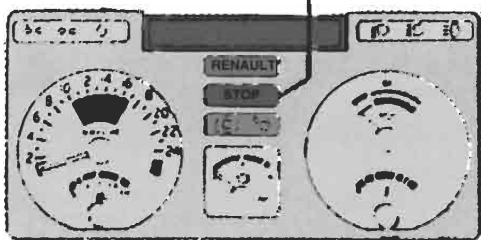
## CONTROLES DIARIOS

**458. Antes de subir al vehículo:**

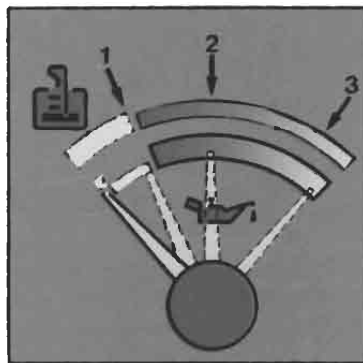
- **Comprobar que no hay restos de aceite en el suelo**.
- **Verificar el nivel de aceite** en el cárter con la varilla de nivel, periódicamente.
- **Ver si existen pérdidas de aceite** en el motor por las juntas u otros elementos externos.

**459. Dentro del vehículo:**

- **Poner el contacto** y comprobar si se encienden:
- **Testigo luminoso de STOP.**
- **Testigo luminoso de presión de aceite (manocontacto).**
- **Con el contacto puesto**, la aguja del **indicador de nivel debe señalar el nivel de aceite** en el cárter, en los vehículos que lo lleven instalado.
- **Arrancar el motor** y comprobar que **se apagan los dos testigos** luminosos antes de transcurrir siete segundos.
- **Comprobar que la aguja del manómetro** marca en la escala correspondiente.

**Indicador luminoso STOP**

Testigo luminoso de STOP

**Manómetro de presión de aceite**

Manómetro

1. Poca presión. 2. Presión normal. 3. Exceso de presión

**PREVENIR AVERIAS****460. - Seguir las recomendaciones de mantenimiento del fabricante:**

- **Calidad del aceite.**
- **Periodicidad del cambio de aceite.** Si al quitar el tapón de llenado se observa el **soplado de vapores** es que hay un **desgaste** excesivo de los **segmentos**.
- **Cambio de filtros de aceite.**
- **Efectuar los controles diarios.**
- **Cambiar la arandela** del tapón de **vaciado del cárter** siempre que se cambie el aceite. (Véase art. 66).
- **Cada tres o cuatro cambios de aceite** realizar un **análisis** del aceite usado. Su resultado nos avisa de desgastes anormales y donde se producen. Se pueden prever futuras averías.
- Si observamos gotas de **agua** en el **aceite** se debe al **mal estado** de la **culata**.
- **En tiempo frío** dejar funcionando el **motor a ralentí** durante **unos segundos**. Circular en **relaciones de velocidad largas y bajas revoluciones** del motor hasta que se caliente el aceite. No dar acelerones.

**RECOMENDACIONES Y PRECAUCIONES****461. - Siempre que se cambie de marca de aceite** es aconsejable cambiar también el filtro de aceite.

- **Eliminar el aceite de la piel inmediatamente**, utilizando jabón y agua, y un cepillo blando para la piel.
- **Si el aceite afecta a los ojos, lavar con agua limpia** y fresca para que desaparezca la irritación.

## DETECTAR AVERIAS (MOTOR FUNCIONANDO)

| 462. DEFECTO  | CAUSA   | ¿QUE HACER?  |
|---|---|--|
| <b>Manómetro no marca presión y se encienden los testigos de alerta con el motor en marcha.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta aceite en el motor.</li> <li>Falta de presión de engrase.</li> <li>Filtro de malla obstruido.</li> <li>Bomba aceite no funciona.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Parar vehículo. Ver si está el tapón de vaciado del cárter y reponer aceite.</li> <li>Parar vehículo. Remolcar vehículo taller o avisar.</li> <li>Parar vehículo. Remolcar vehículo taller o avisar.</li> </ul>   |
| <b>Manómetro no marca presión o marca insuficiente. No se encienden testigos de alerta.</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manómetro defectuoso.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Llevar vehículo taller.</li> </ul>  |
| <b>Manómetro marca presión insuficiente y se encienden los testigos de alerta.</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga interna por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Mal funcionamiento válvula descarga.</li> <li>Juntas defectuosas.</li> <li>Juego excesivo en cojinetes.</li> </ul> </li> <li>Fuga externa por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Tubería rota o floja.</li> <li>Respiradero de cárter.</li> </ul> </li> <li>Paso de agua o carburante al cárter.</li> <li>Falta de presión de engrase.</li> <li>Aceite inapropiado:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Aceite muy caliente.</li> <li>Aceite muy diluido (Pérdida de viscosidad)</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Parar vehículo y llevar remolcado o avisar al taller.</li> <li>Parar vehículo. Detectar fuga y corregir si es posible, si no llevar remolcado o avisar al taller.</li> <li>Bomba en mal estado.</li> <li>Verificar nivel cárter y ver si en varilla de nivel hay agua.</li> <li>Cambiar.</li> </ul> |
| <b>Manómetro marca presión excesiva.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura ambiente muy fría y aceite muy viscoso.</li> <li>Válvula descarga mal tarada.</li> <li>Manómetro defectuoso.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dejar en ralentí unos segundos. No dar acelerones. Circular velocidades largas y pocas revoluciones motor hasta alcanzar temperatura funcionamiento.</li> <li>Llevar al taller.</li> <li>Llevar al taller.</li> </ul>   |
| <b>Oscilación de la presión en el manómetro durante la marcha.</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo nivel aceite cárter.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar con varilla nivel y añadir aceite.</li> </ul>   |
| <b>Testigos de alerta se encienden pero presión manómetro es correcta.</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Testigo de aceite defectuoso.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Llevar al taller.</li> </ul>  |
| <b>Motor consume aceite.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fugas externas.</li> <li>Paso aceite cámara combustión por falta estanqueidad segmentos. Se quema aceite.</li> <li>Desgastes mecánicos.</li> <li>Aceite deteriorado, sucio, diluido, poca viscosidad.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Llevar al taller.</li> <li>Llevar al taller.</li> <li>Llevar al taller.</li> <li>Cambiar aceite.</li> </ul>   |
| <b>Polución rápida del aceite.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aceite inadecuado.</li> <li>Fugas compresión.</li> <li>Mala combustión.</li> <li>Agua o gas-oil en el aceite.</li> <li>Mala filtración de aire.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambiar aceite.</li> <li>Cambiar aceite, si no se corrige llevar taller.</li> <li>Cambiar aceite, si no se corrige llevar taller.</li> <li>Llevar taller.</li> <li>Ver filtro de aire y limpiar, si no se corrige llevar taller.</li> </ul>   |
| <b>Motor no consume nada de aceite.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>No hay engrase entre los segmentos y camisas.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Llevar taller.</li> </ul>   |
| <b>Humos azulados.</b><br><b>Humos en general.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo excesivo de aceite.</li> <li>Llenado excesivo del cárter.</li> <li>Utilización de aceite demasiado fluido.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reglaje de cilindros o cambio de segmentos.</li> <li>Nivelar.</li> <li>Cambiar aceite.</li> </ul>   |

# TEMA VIII

## SISTEMAS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL (PRIMERA PARTE)

### INTRODUCCION

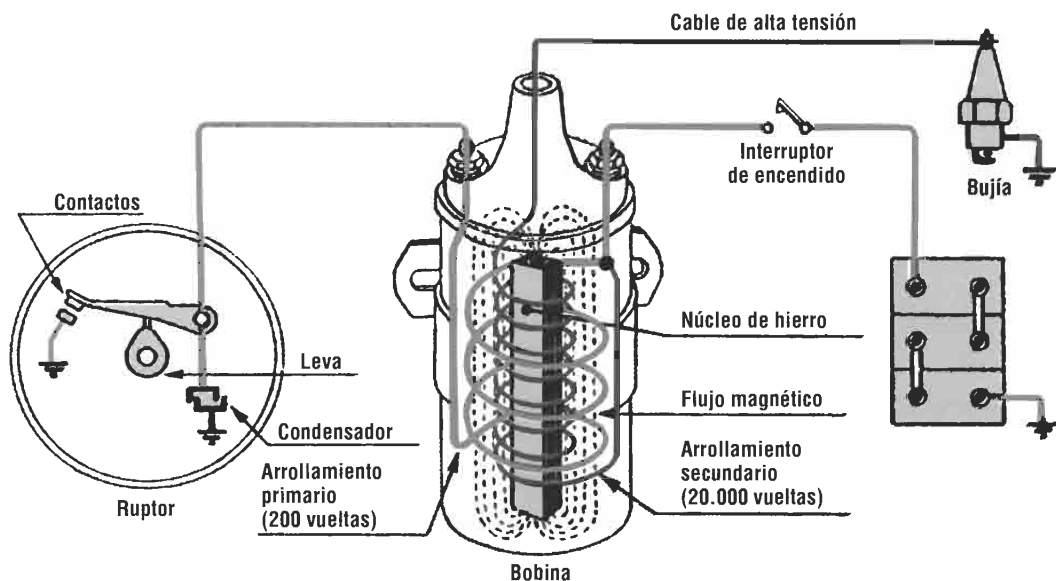
**463.** Los **diferentes sistemas** que forman parte del sistema eléctrico del automóvil **son**:

- **Sistema de encendido.** (Tema VIII) (Motor de explosión)
- **Sistema generador de corriente.** (Tema IX)
- **Sistema de puesta en marcha.** (Tema IX)
- **Sistema de alumbrado.** (Tema IX)
- **Sistemas eléctricos auxiliares.** (Tema IX)

### MISION DEL ENCENDIDO

**464.** La **misión** del sistema de encendido es **producir una chispa** eléctrica en el **interior de los cilindros** en el momento oportuno, con la tensión suficiente y en el orden de encendido establecido en los motores de explosión. **(Los motores diésel carecen de encendido).**

Para producir la **chispa eléctrica** entre los dos electrodos de la **bujía** en el interior del cilindro **se necesita**, como mínimo, **una tensión** del orden de 15.000 voltios, para lo cual se tienen que producir, dada la caída de ésta, una tensión de **entre 25.000 a 30.000 voltios**.



Esquema del sistema de encendido por bobina



## TIPOS DE ENCENDIDO

**465.** Existen varios sistemas para obtener la chispa, siendo los más importantes:

- **Encendido mecánico** (por ruptor).
- **Encendido transistorizado** (por transistor).
- **Encendido electrónico** (por generador de impulsos).

## ELEMENTOS DEL ENCENDIDO MECANICO

### BATERIA (ALMACEN DE ENERGIA ELECTRICA) (BAJA TENSION)

**466.** Cuando el **motor** está **parado necesita** tomar **energía** eléctrica de algún lugar para hacer **funcionar** una serie de **elementos eléctricos** (luces y otros), **principalmente** para el sistema de **encendido** y el sistema de **puesta en marcha** eléctrica. Una vez arrancado el motor, el **generador** de energía (alternador) se encargará de **producir** esta **energía**. Hasta ese momento se ha de utilizar una **batería de acumuladores**. Un **motor** podría **funcionar sin generador** de corriente **hasta** que se **agotara la batería**.

**467.** Una **batería almacena energía química que se transformará en energía eléctrica**, en el momento que se necesite, es decir, **al descargarse** la batería.

Cuando funciona el motor también lo hace el **generador** de energía, produciéndose **energía eléctrica** que **repone** el gasto de la **batería, transformándose** dicha energía eléctrica en **energía química**, que se vuelve a acumular en la batería.

**468.** Una **batería** está compuesta por una estructura o recipiente de caucho endurecido, resistente al ácido, en cuyo interior **hay** una serie de **vasos o acumuladores conectados en serie**, el positivo (+) del **primero** con el negativo (-) del segundo.

Cada **vaso** es un recipiente o celda independiente en donde una serie de **placas de plomo** están **entrelazadas** entre sí paralelamente, por medio de un puente formando **un polo**. **Intercaladas** con éstas hay **otra serie de placas** unidas por otro puente formando el **otro polo** (Positivas con positivas y negativas con negativas).

**469.** El **polo o borne negativo** se **conecta** a las **placas exteriores** y el **positivo** a las **interiores**, que habrá una menos, quedando **libres** el - del **primero** y el + del **tercero**, que son los **bornes** de la **batería, (-,+)**.

Las **placas más exteriores** son las **negativas**, quedando las **positivas intercaladas entre éstas**, aisladas por unos **separadores** porosos dobles (de plástico o madera tocando las negativas y de ebonita o fibra de vidrio tocando las positivas).

El **polo positivo (+)** de la **batería** se **conecta** con el **polo positivo (+)** del **generador** de corriente (alternador) **y el negativo (-) a masa**.

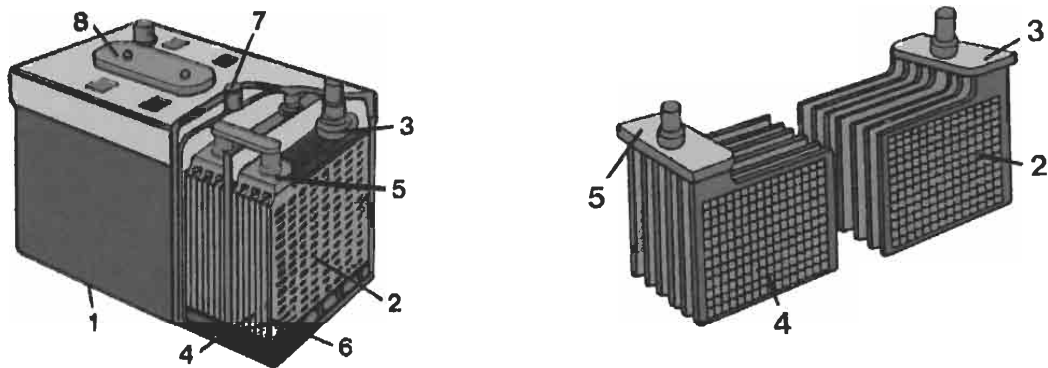
### BATERIAS DE BAJO MANTENIMIENTO

**470.** Actualmente se construyen baterías con nuevas técnicas que permiten disminuir el contenido de antimonio y utilizar separadores más delgados y mayor porosidad, lo que supone una **menor autodescarga en reposo, mayor duración en servicio y menor mantenimiento**.

## BATERIAS SIN MANTENIMIENTO

**471.** Utilizadas en la mayoría de los vehículos, eliminan totalmente el antimonio, sustituyéndolo por una aleación de calcio, teniendo la **ventaja** de que:

- **No necesitan agua.** (Ausencia de orificios y tapones de llenado).
- **Menor autodescarga en reposo y menor pérdida en los bornes.**



Batería

1 Recipiente de ebonita. 2 Placas negativas. 3 Puente. 4 Placas positivas. 5 Puente. 6 Separadores. 7 Orificios de llenado. 8 Tapón de cerrado.

## BATERIAS ALCALINAS

**472.** Poco empleadas y parecidas a las de plomo en cuanto a su funcionamiento y diferenciadas en los materiales empleados.

Presentan alguna **ventaja** sobre las de plomo como es su **menor mantenimiento**, menor peso, **más duración** y vida útil y la **desventaja** de su costo, **menor voltaje** por acumulador y **menor rendimiento**.

## CARACTERISTICAS DE LA BATERIA

**473.** La **batería** está constituida por una serie de **vasos o acumuladores conectados en serie** los cuales **producen la tensión eléctrica** (baja tensión) necesaria de servicio, en cada acumulador o vaso. Se **conectan en serie** para **aumentar el voltaje** de la corriente.

Una batería se caracteriza por su **voltaje** (6, 12 ó 24 v) como por su **capacidad** expresada en **amperios-hora** (A-h) que representa la intensidad de la corriente que puede proporcionar una batería por una unidad de tiempo. **Cada vaso o acumulador almacena dos voltios** de tensión (voltaje), más o menos según esté más o menos cargada la batería.

Por ejemplo:

Una batería de capacidad **80 A-h**, puede proporcionar una corriente de intensidad **4 A** durante **20 horas** o una de **2 A** durante **40 horas**. La capacidad depende del tamaño y número de placas contenidas en el acumulador.

$$\frac{80 \text{ A-h}}{4 \text{ A}} = 20$$

## MANTENIMIENTO DE UNA BATERIA

**474. - Limpieza de la batería:** Todas las partes de la batería han de mantenerse **limpias**, especialmente las conductoras de electricidad (bornes) para **evitar** la formación (por humedad-suciedad ambiental) de **sales** conductoras que produzcan la autodescarga.

Los **bornes** se recubrirán de **vaselina o de grasa blanda** que impida la formación de sulfatos.

**475. También** se han de mantener **limpios** los **orificios** de los tapones para facilitar la **salida de los gases** provenientes de las reacciones químicas producidas en el interior, **eliminando el peligro de explosión**.

- **Comprobación del electrolito:** En caso de baterías con mantenimiento, periódicamente se ha de vigilar el **nivel del electrolito o vitriolo**, compuesto de agua destilada y ácido sulfúrico, que debe superar aproximadamente **1 cm.** a las placas. En caso contrario **adicionar** (añadir) **agua destilada, nunca ácido sulfúrico** ya que éste no se evapora.

Se puede **comprobar** la **carga** de la **batería** mediante un densímetro, y ha de estar entre **1,26 y 1,28** y si está **descargada** estará a **1,15**.

- **Conexiones:** Han de estar **bien ajustadas a los bornes**, de lo contrario **no** se transmite la corriente a los cables con suficiente intensidad, pudiéndose **producir chisporroteos** y que **no** llegue suficiente **corriente** a los **elementos auxiliares**.

Para **desmontar la batería** sin peligro de cortocircuito, **primero se desconecta el cable de masa (-) y luego el cable de energía (+)**. El **cable de masa** es el que está **conectado** a la **parte metálica** del vehículo a través de cuya masa la corriente vuelve a la batería, cerrándose el circuito.

Para su **montaje** se procede a la **inversa**, **primero** se fija el de **energía** y **luego** el de **masa**.

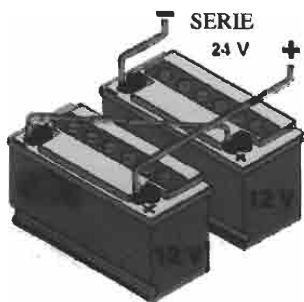
**De no seguir este orden se dañarían los diodos del alternador.** Lo mismo ocurre si se invierte la polaridad de la conexión de la batería.

**476. - Recargar la batería:** Si la batería esta muy descargada se puede proceder a su carga en **casos excepcionales** (se reduce la vida útil) con un **cargador eléctrico exterior**, teniendo cuidado en **quitar los tapones** de los **vasos** y **comprobar el nivel** correcto del **electrolito**.

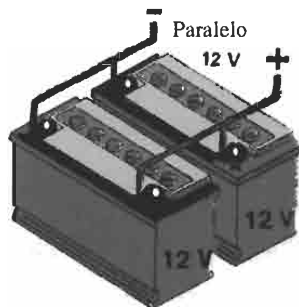
- **Conectar dos baterías en el vehículo:** Para obtener un **voltaje mayor** en los vehículos pesados se procede a **unir en serie dos baterías de 12 voltios**, consiguiéndose los **24 voltios** necesarios. Se conecta el **borne negativo** de la **primera** con el **positivo** de la **segunda**. El **positivo** de la primera va conectado al **positivo** del **generador** de corriente, y el **negativo** de la **segunda** a **masa**, cerrando el circuito. De esta forma se suman las fuerzas electromotrices de las dos baterías.

**No conviene conectar baterías de distinta capacidad** (6V con 12V).

**477.** Cuando la batería de un vehículo está descargada, para arrancar el motor, se puede **conectar** con la de otro vehículo. Para ello se unen **en paralelo**, es decir, **positivo (+) con positivo y negativo (-) con negativo** mediante cables apropiados, **primero los polos positivos y después los negativos**, siendo más aconsejable unir el negativo de la batería auxiliar con una masa del vehículo que se desea arrancar. Seguidamente se acciona el motor de arranque del vehículo que se pretende arrancar, y una vez conseguido se desconectan los cables de forma inversa, primero los bornes negativos y luego los positivos.



En serie



En paralelo

Montaje de dos baterías

ro los bornes negativos y luego los positivos.

**478. - Desconectar la batería en casos concretos:** Cuando se **carga la batería** instalada en el vehículo mediante un **cargador exterior**, se debe **desconectar el interruptor principal de baterías o uno de los cables de conexión** del agrupamiento, **preferentemente el negativo** para evitar posibles cortocircuitos en el desmontaje y montaje del terminal.

Al **sustituir la batería** se debe tener presente que el **primer cable a desconectar es el negativo y el último a conectar también el negativo**.

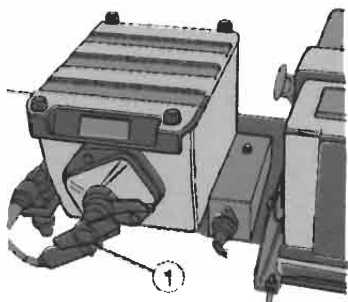
**479. Desconectador de batería:** Los vehículos pesados llevan un **DESCONECTADOR DE BATERIAS O INTERRUPTOR GENERAL** que **interrumpe el suministro** de corriente a todos los circuitos **excepto** al tacógrafo y luces de peligro (emergencia).

**480.** En los vehículos para el transporte de **mercancías peligrosas** este interruptor general tiene tres posiciones:

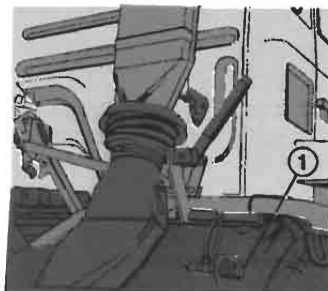
- **posición 1:** Instalación eléctrica aislada excepto el tacógrafo.
- **posición 2:** Instalación eléctrica alimentada.
- **posición 3:** Instalación aislada excepto tacógrafo y luces de peligro (emergencia).

**481.** Asimismo estos camiones llevan un **mando de parada de emergencia** para parar desde fuera el motor. Actúa sobre el retardador de escape, el cilindro de corte de bomba de inyección y el interruptor general interior.

El **desconectador solamente se debe utilizar cuando el vehículo permanezca parado un cierto periodo de tiempo**, una noche por ejemplo. En paradas cortas no se debe desconectar.



Desconectores de baterías  
Normal



Mercancías peligrosas

**482. Fijación de la batería:** La batería ha de estar totalmente inmóvil en su alojamiento para evitar cortocircuitos y la formación de gases en su interior.

- **Utilización en el arranque:** Para evitar la descarga de la batería al utilizar la puesta en marcha eléctrica. **No se insistirá más de 3 segundos**, y en caso de que **no arranque** el motor, **se esperará unos 10 segundos** hasta repetir la maniobra, todo lo cual se **extremará en invierno**, teniendo en cuenta que la **capacidad** de una batería **disminuye** tanto más cuan-

## LLAVE DE CONTACTO

- 483.** Se trata del **interruptor situado en el tablero** de mandos del vehículo que, mediante su giro, **cierra el sistema de encendido permitiendo el paso de la corriente eléctrica de la batería al circuito primario** del sistema de encendido. Con la **llave en posición de contacto** el **amperímetro** marcará **descarga**. (Véase art. 552).

Si se tuviera que **arrancar el motor empujando al vehículo** (siempre que no lleve catalizador) es necesario **establecer el contacto**, ya que de lo contrario no se produciría la chispa necesaria para arrancarlo, aparte de **poner una relación de velocidad relativamente alta** (generalmente la segunda).

## BOBINA

- 484.** En la **bobina** es donde se **transforma** (eleva) la corriente de **baja tensión** (batería) en corriente de **alta tensión** (chispa).

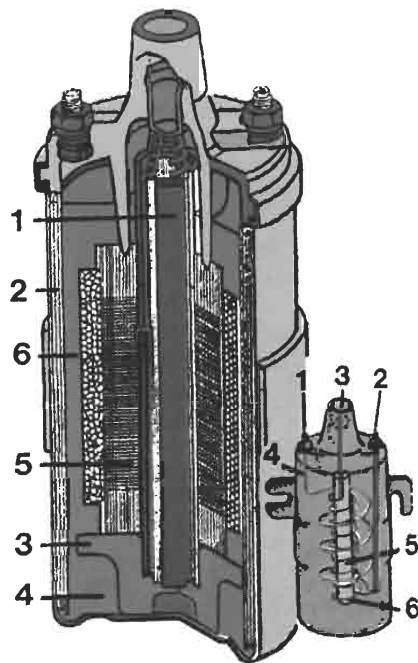
En **su interior** hay un **núcleo magnético** formando un conjunto de chapas delgadas de hierro al silicio (hierro dulce) **alrededor** del cual se encuentran arrollados **dos bobinados, uno de hilo grueso** (baja) y **otro de hilo fino** (alta).

- 485.** El **arrollamiento fino** se denomina "**secundario**" con un gran número de espiras (unas 20.000), arrollado directamente **encima del núcleo** de hierro dulce, uniendo **uno** de sus extremos a **masa** a través de la bobina primaria y el **otro** al **distribuidor**, por donde circulará corriente de **alta tensión necesaria** para producir la **chispa**. Este fenómeno de **inducción** ocurre cuando el **receptor** (ruptor) **corta** el paso de la **corriente** del arrollamiento **grueso** denominado "**primario**" con pocas espiras (una por cada 100 de las del secundario), lo cual hace que se **produzca** en el **secundario** (arrollamiento fino) la **subida de tensión** necesaria.

- 486.** En el **interior** de la **bobina** hay un **núcleo magnético** en cuyo alrededor se encuentran arrollados **dos bobinados**, uno de **hilo grueso** (circuito primario de baja tensión) y otro de **hilo fino** (circuito secundario de alta tensión).

Por el **circuito primario** circula corriente de **baja tensión y alta intensidad** y por el **circuito secundario** circula corriente de **alta tensión y baja intensidad**.

La corriente **entra y sale** de la **bobina** por unos **terminales**.



Conexiones de la bobina

**1** Borne de entrada de la corriente de la batería. **2** Borne de salida de la corriente al ruptor. **3** Salida de corriente de alta tensión al distribuidor. **4** Bobina primaria o de baja tensión. **5** Núcleo. **6** Bobina secundaria o de alta tensión.

## RUPTOR

**487.** El **ruptor** o interruptor sincronizado con el motor, consta de **dos contactos: Uno fijo** (yunque) y **otro móvil** (martillo) conocidos como **platinos** situados en la cabeza del **distribuidor**. Cuando éstos están **unidos** la **corriente** circula de la **bobina a masa**.

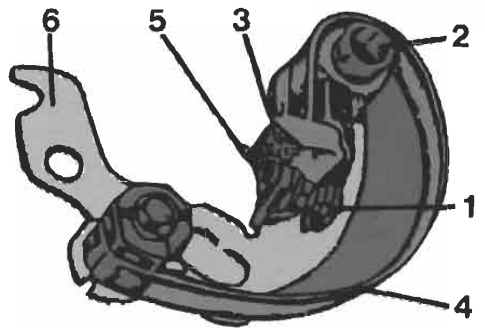
El contacto **móvil** es separado del **fijo** por una **leva** de **tantos salientes como cilindros** tiene el motor, y va **montada** sobre el eje del **distribuidor** accionado por el **árbol de levas**.

El **ruptor interrumpe** (corta) la **corriente** del circuito **primario** (primaria de baja tensión), produciendo una **variación de flujo** que engendra la **corriente secundaria** (alta tensión).

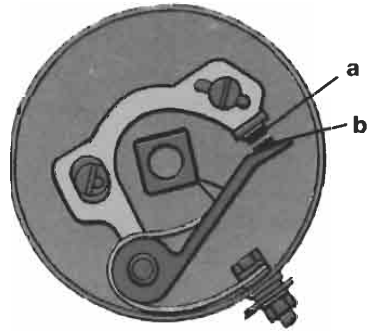
**488.** Cuando un **resalte** de la **leva** separa estos contactos se **corta** el paso (circuito) a masa, produciéndose en la **bobina** el fenómeno de **autoinducción** (aumento de tensión)

Para el **reglaje** del **ruptor** es necesario que sus **contactos** (martillo-yunque) estén **separados** al máximo y el **móvil** (martillo) en **contacto** con la **leva** del eje del distribuidor.

Cuando **coinciden** las **marcas** (dispuestas por el fabricante) del **volante motor** con la referencia de la **puesta a punto**, los **contactos** del **ruptor** comienzan a **abrirse**.



Ruptor o platinos  
1 Palanca. 2 Punto de giro de la lengüeta. 3 Resalte de fibra. 4 Muelle. 5 Contacto fijo. 6 Placa metálica.

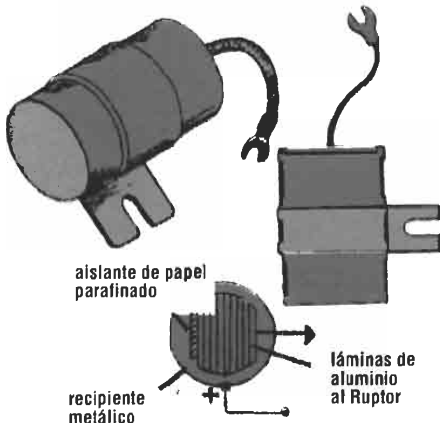


Ruptor montado  
a. Yunque. b. Martillo

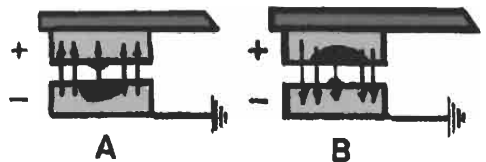
## CONDENSADOR

**489.** El **condensador**, montado en paralelo con el ruptor, tiene la **misión de absorber la corriente** debida al efecto de autoinducción, es decir, **absorber la chispa** que se produce entre los **contactos del ruptor** protegiéndolos. Al volver a **cerrarse** los **contactos** del ruptor, el **condensador** se descarga a **masa**.

Su capacidad ha de ajustarse a las diferentes necesidades, ni mayor de lo necesario (se desgastan los contactos) ni menor (se destruyen).



Condensador



Efectos de un condensador inadecuado

**A** Mayor capacidad de la debida.

**B** Menor capacidad de la debida.

## DISTRIBUIDOR (DELCO)

**490.** El **distribuidor** es el elemento **encargado de repartir la corriente de alta tensión** y baja intensidad, proveniente del circuito secundario de la bobina, **a las bujías** en el orden y momento adecuado.

Una de sus **partes fundamentales** es:

- **Un eje** que recibe movimiento del árbol de levas y sobre el que va la **leva** de accionamiento del ruptor. (Platinos).

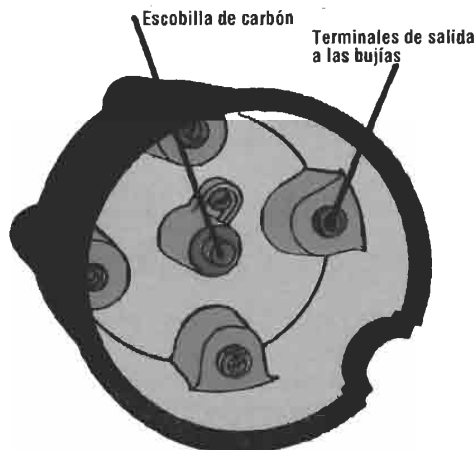
### ROTOR, DEDO O PIPA

**491.** En el extremo superior del eje del distribuidor se monta **un rotor, dedo o pipa** cuya parte metálica es la que reparte la corriente de **alta tensión**. (Alto voltaje).

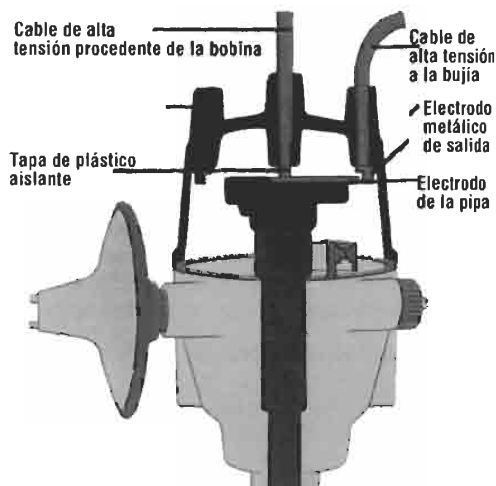
La **pipa** está en **contacto**, permanentemente, con el borne de salida del **secundario** de la bobina por mediación de un contacto de resorte (electrodo central de carbono), situado en la parte central de una tapadera de baquelita que cierra el conjunto.

El **extremo de la pipa**, en su giro, **pasa muy cerca** (unos 0,3 mm.) de los **bornes metálicos** (terminales) de **salida** a las bujías situados en la tapa del distribuidor, **transmitiendo** la corriente de **alta tensión** a uno de ellos cada vez que se **abren los contactos del ruptor**.

**492.** **Al girar**, la **corriente** de la escobilla central, en contacto permanente con la parte metálica de la pipa, **atraviesa** el electrodo metálico y la **chispa salta** a cada uno de los terminales de la bujía. La **pipa roza** con el **electrodo** (terminal) **central** pero **no** con los **electrodos** (terminales) de **salida** de las **bujías**.

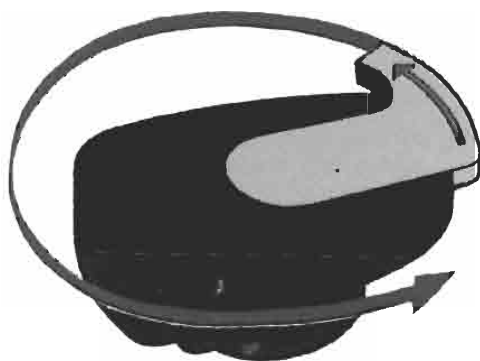


Tapa del distribuidor



Funcionamiento del distribuidor.

La corriente de alta tensión generada en la bobina pasa por la pipa que, al girar, la distribuye a cada una de las bujías.



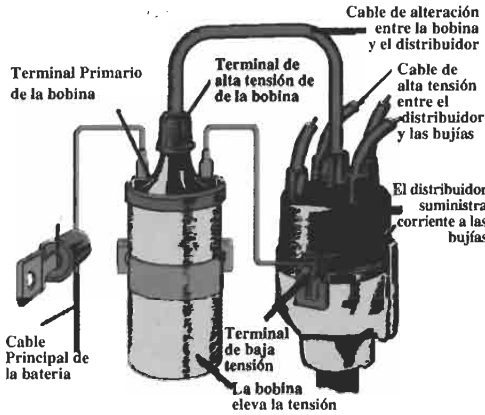
Rotor

### TAPA DEL DISTRIBUIDOR

**493.** El **cable**, que parte de la **bobina** y llega hasta la **tapa del distribuidor**, conduce la corriente a un contacto central o **escobilla** de carbón. Los terminales que rodean la escobilla se unen los cables encargados de llevar la corriente a cada bujía.

**494. Es muy importante mantener el orden de encendido**, para lo cual, cada cable de salida del distribuidor ha de ir a la bujía correspondiente (suelen ir numeradas las salidas).

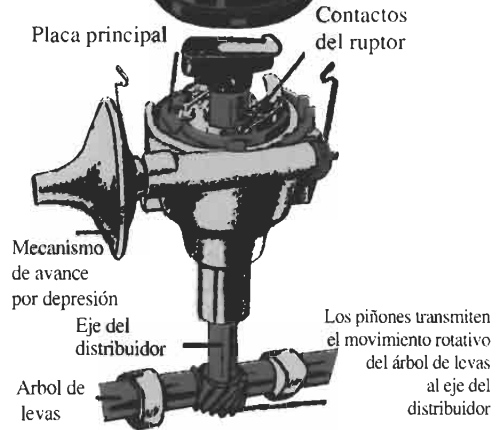
La **tapa del distribuidor**, fijada mediante unas bridas, (abrazaderas), no ha de presentar **grietas** ya que, en tal caso, se perdería la corriente a través de ellas.



Montaje bobina-distribuidor

Terminal del cable de alta tensión a la bujía

Terminal del cable tensión procedente de la bobina



Conjunto ruptor-distribuidor

La corriente de alta tensión llega a las bujías según el orden de encendido.

## BUJIA

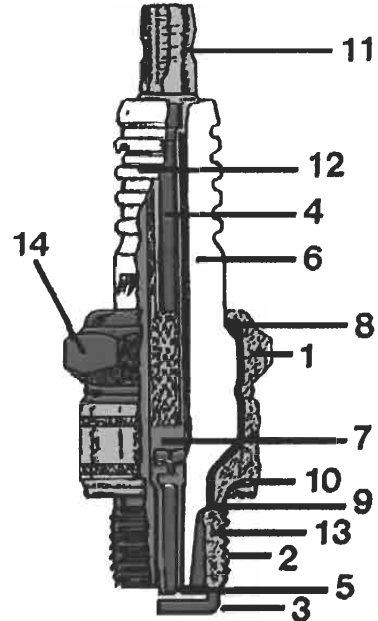
**495. Es la encargada de conducir** la corriente de **alta tensión** (voltaje) al interior de la cámara de compresión y allí hacer **saltar la chispa** entre sus electrodos para inflamar la mezcla.

**496. Básicamente está formada por:**

- **Un eje central**, que recibe la corriente por su casquillo de conexión. (electrodo central) (+)
- **Un aislador cerámico** alrededor del eje central que impide fugas.
- **Un casquillo de acero** alrededor del aislador, en su mitad inferior, con una tuerca hexagonal para roscar la bujía a la **culata** (electrodo de masa) (-).

**497. De este modo, los electrodos quedan separados por un aislante térmico. La corriente que llega por el electrodo central, conectado al distribuidor, al encontrarse con el aire, salta en forma de chispa entre los dos electrodos, descargándose a masa por la culata.**

El tipo de **bujías** que se debe **emplear** será el **recomendado** por el **fabricante**, debiéndose **observar** el **estado** de los **electrodos** (quemados, engrasados, fundidos o con depósitos de plomo) y que la **distancia** entre los **electrodos** sea la correcta (0,6 a 0,7 mm.).

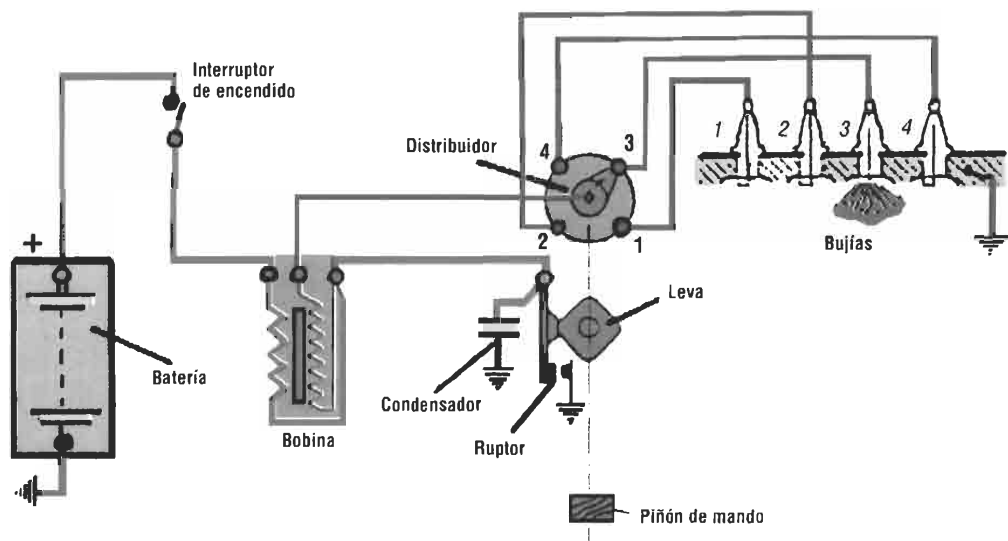


Partes de una bujía

1 Casquillo o cuerpo de acero. 2 Zona roscada. 3 Electrodo de masa. 4 Perno de conexión. 5 Electrodo central. 6 Aislador. 7 Masa conductora. 8 Junta. 9 Anillo. 10 Junta-arandela metálica. 11 Casquillo de conexión. 12 Barreras de corriente de fuga. 13 Espacio respiratorio. 14 Tuerca hexagonal para acople.



## FUNCIONAMIENTO DEL ENCENDIDO POR BATERIA



Esquema del sistema de encendido por batería

498. En el **sistema de encendido** se pueden distinguir **dos circuitos**, dependiendo de las características de la corriente que circula por ellos:

- **Primario.**
- **Secundario.**

### CIRCUITO PRIMARIO

499. Por el circuito **primario** circula corriente de **baja tensión y alta intensidad**, y está formado por los siguientes **elementos**:

- **Batería.**
- **Llave de contacto** (interruptor de encendido).
- **Amperímetro** (si lo lleva el vehículo).
- **Bobinado grueso** de la bobina (arrollamiento primario).
- **Raptor** (con el yunque y martillo).
- **Condensador.**

### FUNCIONAMIENTO

500. **Al cerrar el circuito**, mediante el interruptor de encendido (llave de contacto) **la corriente** parte del polo positivo (+) de la batería, **pasando al arrollamiento grueso** (bobinado) de la bobina creando un **electroimán** en ella, dirigiéndose al **raptor**, donde los **contactos** están **cerrados**, y seguidamente a masa por el **yunque**, **cerrándose el circuito**.

Su **misión es crear un flujo magnético en la bobina** y producir su interrupción alternativamente, mediante la leva del eje del distribuidor que separa los contactos (raptor), para inducir una corriente **de alta tensión** en el circuito secundario.

## CIRCUITO SECUNDARIO

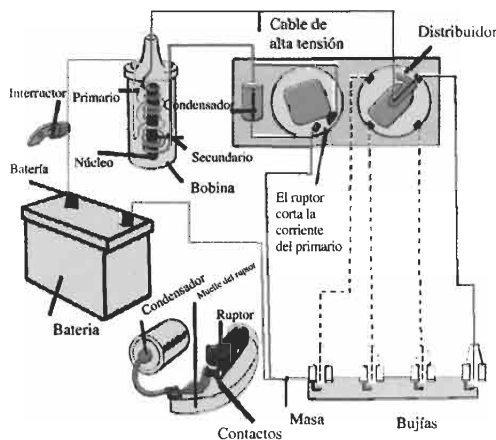
**501.** Por este circuito circula corriente de **alta tensión y baja intensidad**, formado por los siguientes elementos:

- **Bobinado fino** de la bobina (arrollamiento secundario).
- **Distribuidor.**
- **Bujías.**

## FUNCIONAMIENTO

**502.** La **corriente inducida** en el arrollamiento **secundario**, que sale por el borne central de la bobina, **va** por el cable de alta tensión **al distribuidor**, que, mediante la **pipa giratoria** (que recibe movimiento del eje del distribuidor y éste a su vez del árbol de levas), **la reparte**, en el momento y orden adecuados, **a las bujías** donde salta en forma de arco voltaico (chispa) entre sus electrodos, inflamando la mezcla en el interior de la cámara de compresión y dirigiéndose **a masa** por el contacto entre la **bujía y la culata**.

La **apertura del ruptor** y la **chispa** en las **bujías** ha de ser **simultaneo**.



Circuito primario y circuito secundario

## AVANCE AL ENCENDIDO: AUTOMATISMOS (PUESTA A PUNTO O REGLAJE)

**503.** El **avance** al encendido o **producción** de la **chispa** en la bujía **antes** de que el **pistón** llegue al **PMS**, **depende** de la **velocidad de giro del motor** (número de revoluciones por minuto), ya que con ella aumenta la velocidad lineal del pistón disminuyendo el tiempo que tiene la mezcla para quemarse, teniendo que aumentar el avance al encendido, para aprovechar mejor la expansión de los gases de la explosión, **afectando a la admisión, escape y encendido o explosión**.

La **velocidad de propagación de la inflamación** de la mezcla es tanto mayor cuanto mayor sea su compresión, es decir, si el motor marcha a **plenos gases**, la cantidad de **mezcla es máxima**, y la presión en la compresión es mayor, por lo que el **avance al encendido a plenos gases** debe ser **menor que con el motor a medios gases**.

La **puesta a punto o reglaje del encendido** consiste en **adelantar** la **apertura** de los contactos del **ruptor** para **conseguir** que todos los elementos del encendido funcionen de forma que **salte la chispa** en la bujía en el **momento preciso y la potencia adecuada**.

**504.** Así pues, son necesarios dos mecanismos que realicen estas dos funciones:

- a) Avanzar el encendido**, tanto más cuanto **mayor sea** la **velocidad** de giro del **motor** (r.p.m).
- b) Avanzar el encendido, muy poco** si se marcha a **plenos gases** (acelerador a fondo).  
Un **exceso de avance** al encendido, especialmente a medios gases, produce el "**picado de bielas**" y un **retraso** al avance el **motor se calienta en exceso**.

**505.** Existen **dos tipos** de ajuste:

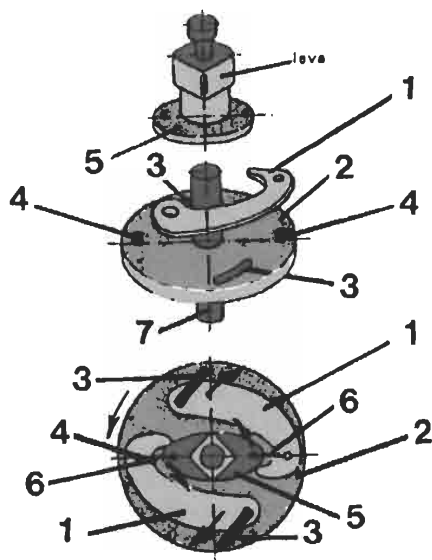
- **Ajuste fijo** (manual). (Véase art. 488).
- **Ajuste variable** (automáticos) cuyos dispositivos son:
  - **El avance centrífugo.**
  - **El avance por depresión.**

## AVANCE CENTRIFUGO

**506.** Está formado por dos **contrapesos excéntricos (1)** que pueden girar unos grados alrededor de los **puntos de anclaje (4)** por unos **taladros rasgados (3)**.

El conjunto se monta sobre el **platillo (2)**. En los contrapesos se encaja el **manguito (5)** que mantiene su posición de reposo gracias a unos **muelles (6)**.

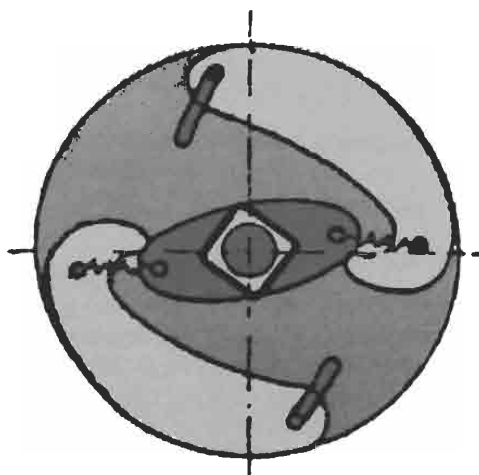
El conjunto se mueve dentro del distribuidor, por encima del ruptor, gracias al **eje del distribuidor (7)**. Cuando el motor gira al ralentí, los muelles mantienen los contrapesos en reposo.



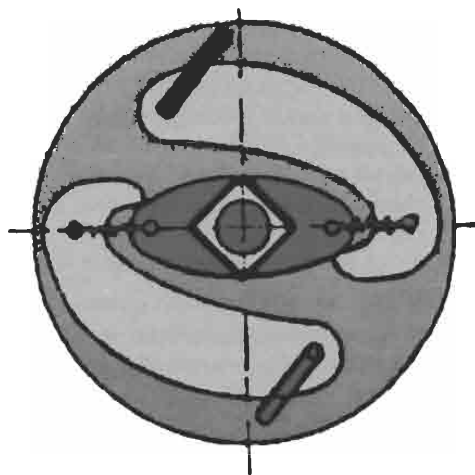
Despiece del regulador centrífugo

**507.** Al **aumentar las revoluciones** del motor, los **contrapesos se desplazan** hacia la periferia, haciendo girar el manguito de leva un cierto ángulo (según sean las r.p.m.) y **avanzando el momento** en que la leva acciona el martillo del ruptor.

**Este ángulo** de avance **es el avance al encendido** debido sólo a las r.p.m. del motor. El **ángulo máximo** lo determinan las **ranuras (3)**. Estos ángulos **se miden** en el **volante de inercia del cigüeñal** y son más grandes cuanto más rápidos son los motores.



Al desplazar los contrapesos hacia afuera, se avanza el encendido



En posición de reposo, los contrapesos no avanzan el encendido

## AVANCE POR DEPRESION

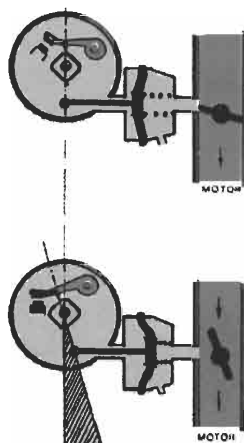
**508.** Este dispositivo **actúa combinado** con el centrífugo, puesto que no sólo actúa **en función de las r.p.m.** del motor, sino **también de la carga o llenado de los cilindros**.

Está formado por una cámara, dividida en dos partes por una membrana elástica, que se mantiene en reposo por efecto de un muelle.

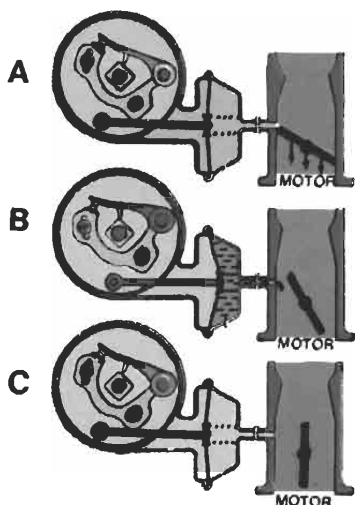
Una de las semicámaras está conectada con el colector de admisión del carburador, justo encima de la mariposa de gases.

**509.** Cuando la **depresión es nula** (ralentí), el muelle la mantiene **en reposo**. La otra semicámara está unida, mediante una varilla, con la plataforma del ruptor y en contacto con la atmósfera.

La **apertura** de la **mariposa** de gases (aumento de la depresión), provoca la **deformación de la membrana**, y en combinación con el ruptor, **se avanza el momento del encendido**.



Avance por depresión



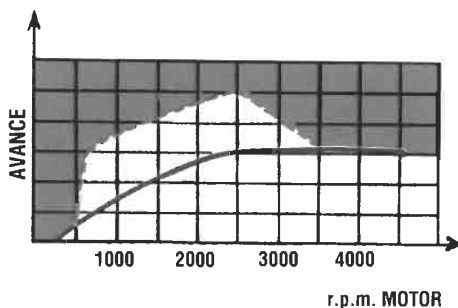
Funcionamiento del avance por depresión

**511.** El **avance por contrapesos** (centrífugo) está **en función de la velocidad** de rotación del **motor** (r.p.m.).

El **avance por depresión** está **en función de la carga del motor**, y cuando actúa, incrementa el avance centrífugo.

**510. Deformación de la membrana según la posición de la mariposa de gases:**

- Ralentí:** La **mariposa** de gases está **casi cerrada**, por lo que hay poca depresión y la membrana se mantiene **en reposo**. **No existe avance** por depresión.
- Media carga:** La **mariposa** de gases está **ligeramente abierta** y la membrana vence la resistencia del muelle alcanzando su posición extrema, obteniéndose el **avance máximo** por depresión.
- A plenos gases:** La **mariposa** de gases está **totalmente abierta**. La depresión no es capaz de vencer la fuerza del muelle y la membrana adopta la posición de reposo. **No existe avance** por depresión.



Curva de avance al encendido

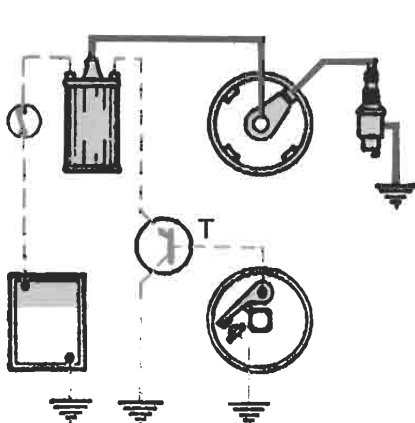
- Avance por contrapesos (centrífugo)
- Incremento producido por el avance por depresión.

## ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

**512.** Es **similar** al encendido por **batería**, **mejorado** con la **introducción** de uno o más **TRANSISTORES** entre el ruptor y la bobina.

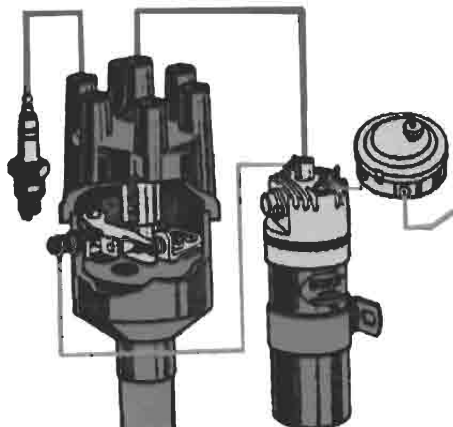
El **transistor** tiene la función de **dividir** la corriente **primaria en dos**:

- **Una de muy baja intensidad** que pasa por el ruptor y
- **Otra de mayor intensidad** que va a masa.



Esquema del encendido transistorizado

La corriente entre la bobina (N) y el ruptor (R), pasa de emisor a base en el transistor (T). Los cortes que el ruptor hace en esta reducida corriente son los que producen los de la grande entre emisor (E) y colector (C).



Encendido Bosch transistorizado

La caja refrigerante (W) para el transistor de germanio está sobre la bobina (N) cuyo resistor es (R). En (Y) se observa el ruptor, debajo del que se hallan los mandos del avance centrífugo y por vacío, y encima del distribuidor (D). No hay condensador.

**513.** Sus **ventajas** son:

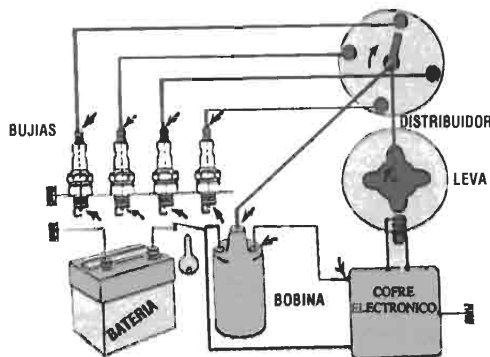
- **Evita el deterioro prematuro** de los contactos del **ruptor**.
- **Aumenta la potencia de la chispa**.
- **La separación de los electrodos** de las bujías **puede ser mayor** y produce, en consecuencia, un **mejor encendido** y una **mayor duración** de las **bujías**.
- **Se evitan fallos a alta velocidad** del motor.
- **Economía en el consumo a velocidades lentas y medias**.

## ENCENDIDO ELECTRONICO INTEGRAL

**514.** Es el **sistema** de encendido **más utilizado** actualmente. Su principal característica es que **carece de ruptor (platinos) y condensador** que quedan **sustituídos por un módulo electrónico o generador de impulsos** encargado de **controlar** el tiempo de **alimentación** en el **circuito primario** de la bobina.

Se apoya en el **funcionamiento** del **transistor**, el cual se hace **permeable al paso de la corriente** cuando es activado por una corriente auxiliar del orden de **miliamperios**, que es la que se origina al girar el eje del distribuidor y **enfrentarse** los **polos magnéticos** del imán permanente con el **núcleo de la bobina** captadora.

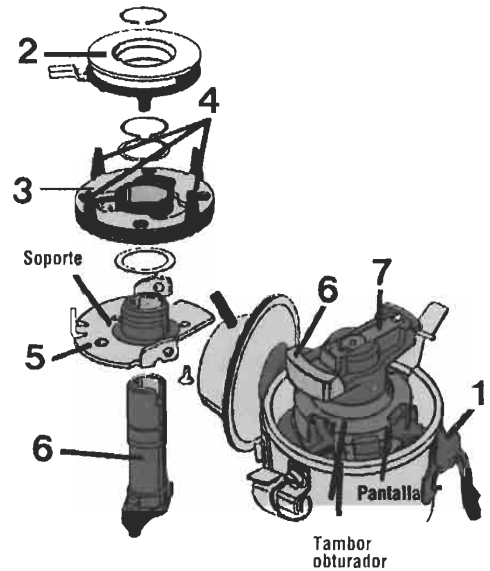
El **transistor** es un dispositivo electrónico con **dos uniones y tres terminales**, cuya **función primaria** es la **ampliación**, es decir la de poder **controlar una corriente elevada mediante la variación de una corriente mucho más débil**.



Encendido electrónico

**515.** El **distribuidor** lleva incorporado un **capta-dor magnético (1)** a base de una **bobina circular (2)** y un **imán o activador (3)** provisto de tantos **salientes (4)** como cilindros lleva el motor, el cual va montado sobre el **soporte (5)** en el **eje del distribuidor (6)** del cual recibe movimiento. Por encima del generador de impulsos, y sobre el eje del distribuidor, va montado el **contacto móvil (7)**, que distribuye la corriente de alta tensión a las bujías.

El **módulo electrónico o generador de impulsos** está formado por un **circuito transistorizado**, alimentado por la batería a través del interruptor de encendido.

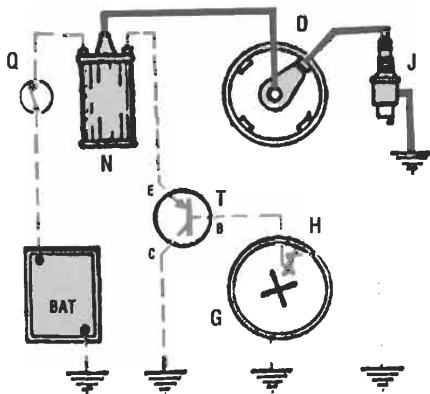


## FUNCIONAMIENTO

**516.** Al **accionar el interruptor** de encendido (llave de contacto) la corriente de la **batería alimenta el generador de impulsos o el módulo** (cofre) **electrónico** y al circuito primario de la bobina que cierra su circuito a masa a través de los transistores del cofre electrónico.

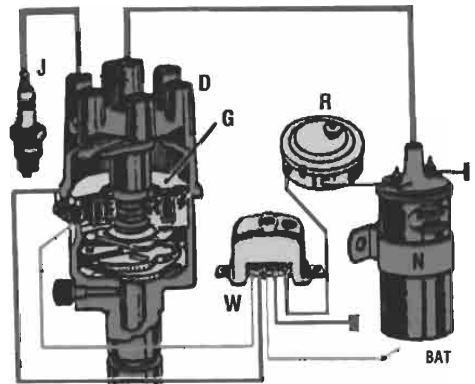
A su vez el **generador de impulsos, al girar el eje del distribuidor, va enfrentando los polos magnéticos** del imán permanente con el núcleo de la bobina captadora, **creando** en la misma **un campo magnético de valor variable**, es decir, una corriente eléctrica que es enviada al cofre electrónico, donde es **rectificada y modificada**, activando uno de los transistores del circuito que desconecta el paso de la corriente, interrumpiendo el circuito de alimentación al circuito primario de la bobina, **creando la variación de flujo magnético de alta tensión en el circuito secundario** que va al distribuidor y de allí a las **bujías**, donde salta la **chispa** en el cilindro cuando la **mezcla** está **comprimada**.

**517.** Una vez **interrumpida la corriente** en el **circuito primario** de la bobina, por el transistor conmutador, éste vuelve a su posición de reposo, **cerrando el circuito**, con lo que la corriente circula por el circuito **primario** de la bobina y el transistor queda preparado para una nueva desconexión.



Esquema del encendido electrónico con generador magnético de impulsos.

Q Interruptor. N Bobina. T Transistor. G Generador de impulsos. H Núcleo electrónico. D Delco. E Emisor. C Colector. J Bujía.



Encendido electrónico con generador magnético de impulsos.

W Caja electrónica. N Bobina. D Distribuidor (delco). G Generador de impulsos. R Transistor. J Bujía.

**518.** Esta clase de encendido presenta las siguientes **ventajas**:

- **Facilidad de arranque en frío.**
- **Mejora del rendimiento a altos regímenes del motor.** Posibilidad de alcanzar altas revoluciones al desaparecer los elementos mecánicos (ruptor).
- **Mayor duración de las bujías.**
- **Inexistencia de puesta a punto** (reglaje de la leva).
- **Ralentí muy regular.**
- **Menor consumo de carburante.**
- **Menor mantenimiento y averías.**
- **Mayor potencia.**
- **Menor consumo de batería.**

**519.** Sus muy **pocos inconvenientes** son:

- **Precio alto.**
- **En caso de avería** de los **elementos** electrónicos, tanto los **materiales como la mano de obra son caros.**

## PRECAUCIONES

**520.** Todos los sistemas electrónicos de encendido trabajan en un margen de potencia peligroso, tanto en el circuito de baja tensión (circuito primario), como en el de alta tensión. Por ello, **siempre** que **se intervenga** en los mismos, **es necesario desconectar el encendido** o la fuente de tensión.

## PUESTA A PUNTO DEL ENCENDIDO ELECTRONICO Y MANTENIMIENTO

**521.** La **puesta a punto** del **encendido electrónico** deberá realizarla en **talleres especializados.**

## COMPROBACION DE LOS CONDUCTORES

**522.** Sus **aislantes han de estar en perfecto estado** (sin fugas de corriente). **No** han de producirse ni **chispas ni fugas** ni presentar holguras. Hay que mantenerlos limpios.

## BUJIAS

**523.** **Comprobar su estado periódicamente**, procediendo a su limpieza y la separación entre sus electrodos (0,6 ó 0,7 mm.), actuando, en su caso, sobre el electrodo de masa, nunca sobre el central.  
**Periódicamente, sustituir las bujías** por las recomendadas por el fabricante.

**AVERIAS**

524.

| DEFECTO  | CAUSA   | ¿QUE HACER?  |
|--|---|--|
| <b>El motor no coge las revoluciones suficientes para arrancar</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batería descargada</li> <li>• Algún vaso de la batería mal</li> <li>• Conexiones batería en mal estado</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar y cargar</li> <li>• Comprobar y cambiar batería</li> <li>• Comprobar, limpiar y cambiar conexiones, en su caso</li> </ul>   |
| <b>El motor revoluciona pero no arranca</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloqueado el encendido</li> <li>• Bobina defectuosa</li> <li>• Platinos sucios, mal ajustados o gastados</li> <li>• Bujías sucias, gastadas o mal ajustadas</li> <li>• Mal reglaje del encendido</li> <li>• Distribuidor rajado o sucio</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacar cables alta tensión y tapa distribuidor</li> <li>• Cambiar bobina</li> <li>• Limpiar, ajustar o cambiar</li> <li>• Limpiar o ajustar</li> <li>• Comprobar y reglar el encendido</li> <li>• Reponer o limpiar</li> </ul> |
| <b>El motor no arranca</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallos en las conexiones de la batería</li> <li>• Humedad en los cables o tapa delco</li> <li>• Platinos mal separados</li> <li>• Bujías húmedas o en mal estado</li> <li>• Fugas por las bujías</li> <li>• Estrangulador mal</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar</li> <li>• Secar humedad</li> <li>• Ajustar platinos o renovar</li> <li>• Reemplazar</li> <li>• Revisar causa</li> <li>• Reparar</li> </ul>   |
| <b>El motor "pica bielas" (detonación)</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avance mecánico o por vacío excesivo</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar</li> </ul>  |
| <b>Al motor le falta potencia en las aceleraciones</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal avance del ajuste del encendido</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar</li> </ul>  |
| <b>El motor sigue funcionando aunque se cierre el contacto</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bujías gastadas o mal ajustadas o incorrectas</li> <li>• Carbonilla cámara compresión.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y cambiar bujías</li> <li>• Limpiar.</li> </ul>   |
| <b>El motor se calienta en exceso</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avance al encendido retrasado</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar</li> </ul>  |
| <b>Autoencendido</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bujías demasiado calientes</li> <li>• Carbonilla encendida en la cámara de explosión</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar.</li> <li>• Limpiar.</li> </ul>   |



# TEMA IX

## SISTEMAS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL (SEGUNDA PARTE)

### SISTEMA GENERADOR DE CORRIENTE

#### MISION

**525.** La **misión** del sistema **generador de corriente** es la de **producir la energía eléctrica** necesaria para **reponer o cargar la batería** para su posterior utilización, además de alimentar los diferentes circuitos y elementos eléctricos del vehículo cuando el motor está en marcha, para lo cual el sistema está dotado de un **generador de corriente eléctrica** (alternador).

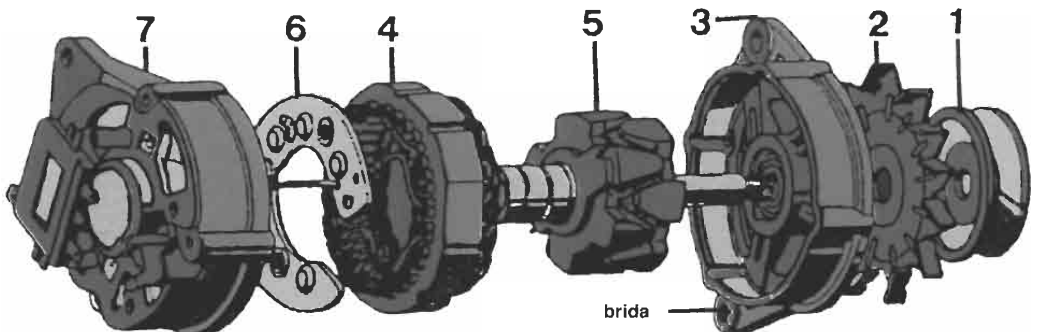
En caso de **avería** del **generador** se podría **seguir circulando** con el vehículo **hasta el agotamiento** de la **batería**.

#### ALTERNADOR

**526.** El **alternador** es un **generador de corriente alterna** que es **transformada en corriente continua** a través del **punto rectificador**.

Está formado por los siguientes elementos:

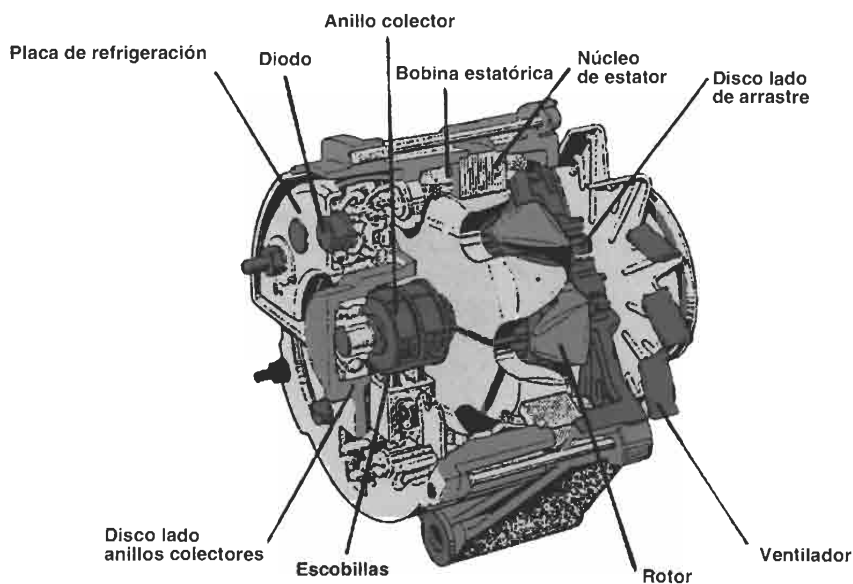
- Un **ROTOR o inductor** (en la dinamo es el inducido).
- Un **ESTATOR o inducido** (en la dinamo es el inductor).
- Un **conjunto puente rectificador**.
- **Elementos complementarios**.



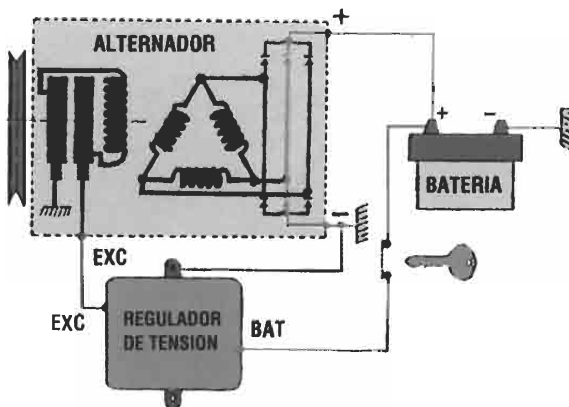
Elementos de un alternador

1 Polea. 2 Ventilador. 3 Soporte lado accionamiento. 4 Estator o inducido. 5 Rotor o inductor. 6 Puente rectificador. 7 Soporte lado anillos rozantes y equipo rectificador.

**527. La producción de la corriente es similar a la de la dinamo (ya no se utiliza), diferenciándose en que las bobinas inducidas permanecen fijas (ESTATOR), siendo el campo inductor el que se mueve (ROTOR) alimentado con corriente procedente del mismo generador a través de dos anillos rozantes situados en su eje.**



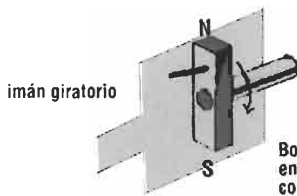
Sección de un alternador



Circuito de carga

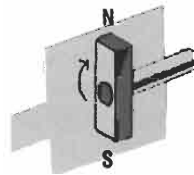
**Alternador simple.**

El imán giratorio genera corriente en la bobina fija



imán giratorio

Bobinas fijas en las que se genera corriente

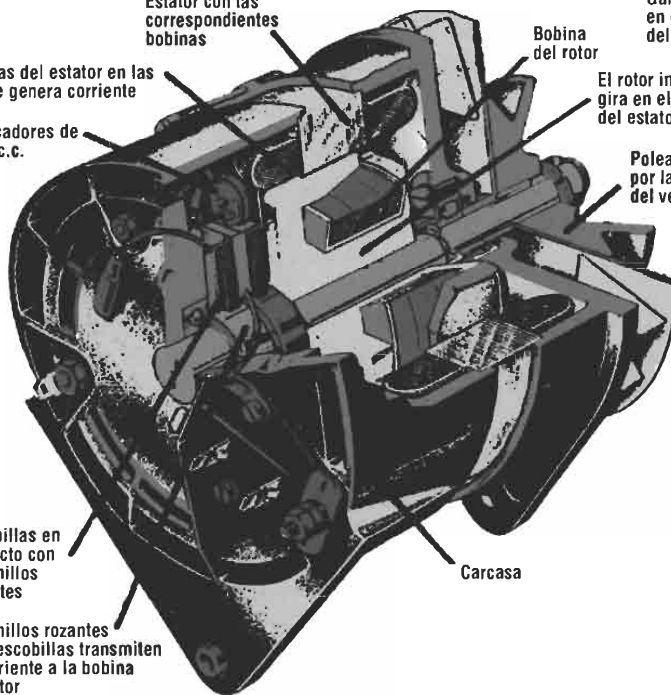
**Corriente alterna.**

Al girar el rotor, la corriente sufre una inversión continua

Estator con las correspondientes bobinas

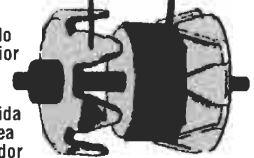
Bobinas del estator en las que se genera corriente

Rectificadores de c.a. en c.c.



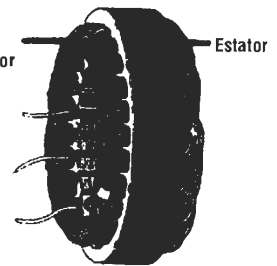
Garras entrecruzadas en cada extremidad del rotor

Bobinado del rotor

**Partes principales del rotor.**

Las garras entrecruzadas de cada extremidad convierten, de hecho, un electroimán grande en varios pequeños

Bobina del estator

**Estator del alternador.**

Hierro dulce laminado con bobinas

Sección y elementos de un alternador

**FUNCIONAMIENTO**

**528.** Las **bobinas inducidas** del alternador se encuentran en la parte interna de un **anillo** de hierro dulce **fijo**, que es el **ESTATOR**.

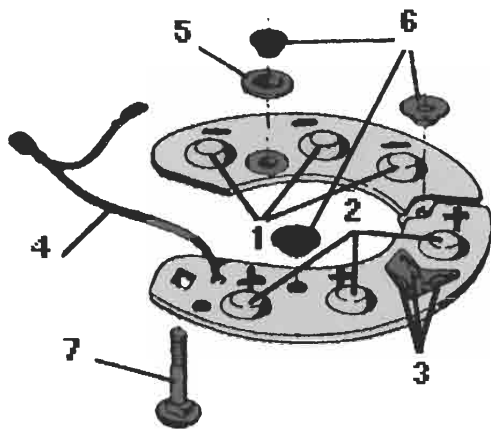
El **ROTOR** va montado sobre unos rodamientos dentro del estator y es accionado por la **correa trapezoidal de la bomba de agua** que a su vez **enlaza** con la **polea del cigüeñal**. Sólo contiene una bobina, conectada en cada uno de sus extremos a un anillo rozante, a los que llega la corriente a través de dos **escobillas** fijas de **grafito o carbón**. Cuando la corriente pasa a través de la bobina del rotor, éste se convierte en electroimán, generándose la corriente cuando el campo magnético creado por el electroimán atraviesa una de las bobinas del estator.

**529.** Al **atravesar** una serie de **polos positivos y negativos** por cada bobina del **estator**, generan en ellas corriente **positiva y negativa** alternativamente, por lo cual se precisa **rectificar** esta **corriente alterna** y transformarla en **continua**, que es la que se precisa para el funcionamiento de los distintos elementos del vehículo.

Para **conseguir** esta **transformación** se precisa el **punto rectificador**, compuesto, básicamente, por **diodos de silicio**, cuya **misión** es la de **permitir el paso de la corriente en un sentido y en otro no**. El **diodo** **deja pasar la corriente** cuando se le **conecta** en **sentido directo**; pero prácticamente **no**, cuando se le conecta en **sentido inverso**.

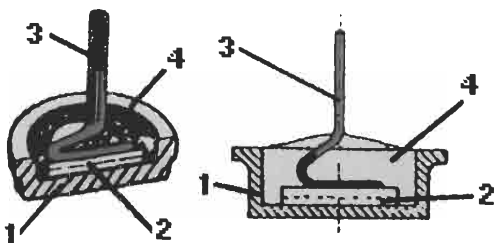
## PUENTE RECTIFICADOR

**530.** Está **formado por 6 ó 9 diodos** de silicio, conectados a cada una de las fases del estator, generalmente tres, obteniéndose **corriente alterna** trifásica. Así pues, el puente rectifica la onda completa en las tres fases del alternador, obteniendo a la salida del mismo una **corriente continua**.



Puente rectificador nonadiodo (9 diodos)

**1** Diodos para rectificar la parte negativa. **2** Diodos para rectificar la parte positiva. **3** Salida de control, lámpara o señalización de carga. **5** Casquillo metálico. **6** Casquillo aislante. **7** Bornes de salida de corriente.



Diodo de silicio

**1** Envase metálico. **2** Cristal de silicio. **3** Vástago de conexión. **4** Silicona.

**531.** Un **diodo** está formado por un envase metálico con un cristal de silicio en su interior, unido a un vástago de conexión y relleno de silicona. Tiene la **misión de rectificar la corriente alterna** obtenida en el estator del alternador, por su propiedad de dejar circular la corriente eléctrica en un solo sentido, **transformándola en corriente continua**.

## REGULADORES

**532.** La fuerza electromotriz inducida (f.e.m.) o **corriente inducida** en los generadores **no es constante**, sino que va en función de la intensidad del campo magnético inductor y del régimen de giro del motor. Así pues, **hay que introducir** en el circuito **un elemento** (regulador) que estabilice la f.e.m. para mantener **constante** la **tensión e intensidad** de la **corriente** y que esta **corriente no perjudique al generador y pueda ser almacenable**.

## REGULADOR DEL ALTERNADOR (DE TENSION O VOLTAJE)

**533.** Los **alternadores no necesitan disyuntor** ya que los diodos del puente rectificador sólo permiten el paso de corriente del alternador a batería y no al contrario.

**Tampoco necesitan limitador de corriente en carga** (regulador de intensidad) ya que los alternadores se autolimitan en su intensidad máxima, pudiendo además suministrar una corriente muy por encima de la necesaria para cargar la batería y alimentar los servicios del vehículo. Así pues, los reguladores empleados en los alternadores funcionan basándose en controlar la tensión de la corriente que alimenta el rotor, para **mantener estabilizada la tensión** en los bornes del alternador.

## PRECAUCIONES

**534.** En los **vehículos** equipados con **alternador** se han de tener en cuenta una serie de **precauciones**, que de **no respetarse** pueden causar **daños irreparables** tanto en el **alternador** como en el **regulador**.

Las **precauciones más importantes** que deben tenerse presentes **son**:

- **No conectar a masa** el borne "**EXC**" del **regulador** o del **alternador**, así como tampoco el cable que los une.
- **No invertir los cables** conectados al **regulador o al alternador**.
- **No desconectar el regulador o la batería** estando **girando** el **alternador**.
- **No manipular en el alternador**, aunque esté parado el motor, **sin haber desconectado** antes la **batería**.

**535.** - **No conectar** los bornes de la **batería** a un **cargador exterior**, si antes no se han **desconectado** los cables que unen la **batería con la instalación del vehículo**.

- **No conectar la batería al revés**. Este punto debe tenerse **muy presente**.
- **Cuidar** de que los **cables estén unidos fuertemente a la batería**. Este punto se hace igualmente extensible a la unión con masa del cable de masa.
- **Cuidar de que exista** siempre un **cable** que una la **masa del regulador con la del alternador**.

**536.** - **No remolcar el vehículo con velocidad puesta sin que esté conectada la batería**.

- **La batería nunca debe soltarse** (desconectarse) mientras esté girando el motor.
- La **carga de la batería** por medio de **cargadores rápidos sólo** se llevará a cabo estando la **batería desconectada de la instalación**.
- **No emplear nunca** ayuda de **arranque** por medio de **cargadores rápidos** (cargadores rápidos conectados a la batería mientras se arranca).
- En **caso de utilizar una batería auxiliar** para efectuar el arranque del vehículo, cuidar de que el **borne positivo** de esta batería **se una al positivo de la batería del vehículo** y, el **negativo de la auxiliar, al negativo de la del vehículo**. (Véase art. 477).

## MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

**537.** Inspeccionar el montaje y sujeciones, apretando si es necesario:

- **Tuercas y abrazaderas** de sujeción del generador.
- **Ajuste de la correa** del generador, observando su desgaste y el de las poleas.
- **Terminales** del generador.
- **Tuercas** de sujeción del generador.
- **Observar la carga** con el motor girando deprisa, viendo si el amperímetro no marca, marca poco u oscila, o si la luz roja del salpicadero no se apaga (en tal caso hay defecto en el circuito de carga del alternador). (Véase art. 595). La intensidad es menor cuando la batería está bien cargada).
- **Limpieza e inspección del cableado** entre el generador y la batería.
- **Comprobar que las ranuras de ventilación** están despejadas y que el generador (alternador) no tiene ningún álabe roto.

**DETECTAR AVERIAS (SISTEMA DE CARGA)**

538.

| DEFECTO  | CAUSA   | ¿QUE HACER?  |
|--|---|--|
| <b>El alternador no carga</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correa floja.</li> <li>• Fusible fundido.</li> <li>• Contactos flojos.</li> <li>• Conexión amperímetro-alternador roto.</li> <li>• Escobillas o anillos del inductor en mal estado (gastadas o engrasadas).</li> <li>• Regulador de voltaje reglado bajo (voltaje escaso).</li> <li>• Diodos estropeados.</li> <li>• Rotura en el circuito del rotor o del estator.</li> <li>• Amperímetro estropeado.</li> <li>• Circuito exterior interrumpido.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensar correa.</li> <li>• Reponer.</li> <li>• Apretar en taller.</li> <li>• Arreglar conexión.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Reglar en taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Cambiar en el taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> </ul> |
| <b>Carga excesiva<br/>(Las lámparas del alumbrado se ennegrecen y se funden con frecuencia).<br/>(Véase art. 578).</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bobina del regulador quemada.</li> <li>• Contactos del regulador pegados, oxidados o con separación incorrecta.</li> <li>• Mala toma de masa en el regulador.</li> <li>• Rotura en el arrollamiento del regulador.</li> <li>• Mala conexión entre regulador y alternador.</li> <li>• Algún elemento de la batería en cortocircuito.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Separar. Si no se consigue, llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Verificar y cambiar batería, si es necesario.</li> </ul>   |
| <b>Alternador ruidoso</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correa gastada.</li> <li>• Polea floja.</li> <li>• Montaje flojo.</li> <li>• Aspa ventilador roza estator o rectificador.</li> <li>• Mala alineación de poleas.</li> <li>• Ventilador o rotor rotos.</li> <li>• Rodamientos defectuosos.</li> <li>• Algún diodo en cortocircuito.</li> <li>• Estator en cortocircuito.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar.</li> <li>• Apretar.</li> <li>• Apretar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>   |
| <b>Batería no carga: Se ilumina el indicador luminoso en el tablero</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortocircuito.</li> <li>• Correa del generador floja o rota.</li> <li>• Malas conexiones en generador o regulador.</li> <li>• Generador o regulador averiados.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y reparar.</li> <li>• Apretar o reponer.</li> <li>• Localizarlas y reparar.</li> <li>• Sustituirlos.</li> </ul>   |
| <b>Luz indicador luminoso encendida, y no carga</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diodos sin capacidad para la carga.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar capacidad en diodos.</li> </ul>  |
| <b>El motor no coge las revoluciones suficientes para arrancar</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batería descargada.</li> <li>• Algún vaso de la batería estropeado.</li> <li>• Conexiones batería en mal estado.</li> <li>• Conexiones motor de arranque mal estado.</li> <li>• Avería motor de arranque.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar y cargar batería.</li> <li>• Comprobar y cambiar batería.</li> <li>• Comprobar y limpiar o cambiar conexiones</li> <li>• Comprobar y limpiar o cambiar conexiones</li> <li>• Comprobar, reparar o cambiar motor arranque</li> </ul>   |

# SISTEMA DE PUESTA EN MARCHA

## MISION

**539.** Cuando el motor está parado, hay que utilizar algún medio para provocar sus primeros giros y que pueda seguir funcionando por sus propios medios.

Para ello se dota al vehículo de un **motor eléctrico**, que **recibe energía** eléctrica de la **batería** y la transforma en energía mecánica para dar las **50 r.p.m.** aproximadas que necesita el motor para funcionar por sí mismo.

## MOTOR DE ARRANQUE

**540.** Para hacer funcionar el motor de arranque es necesaria **gran cantidad de energía** eléctrica, llegando a consumir hasta 350 amperios para arrancar, **lo que implica** que ha de estar conectado a la batería por un **cable de gran sección** (grueso), además de que **no es conveniente accionarlo durante más de 3 ó 5 segundos seguidos**. El consumo de energía del motor de arranque **no pasa por el amperímetro**, circunstancia por la cual, al accionar el motor de arranque, el **amperímetro no marcará** su consumo, pero **sí marcará descarga**. (Véase art. 482 y 552).

El motor de arranque engrana directamente con la corona dentada del volante del cigüeñal, debiendo disponer de un **sistema de acoplamiento** que le permita **desconectarse** del cigüeñal cuando éste supera las **50 r.p.m.**, pues de lo contrario se quemaría.

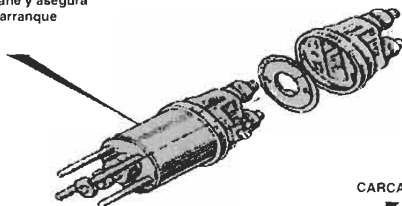
### EL SOLENOIDE:

Manda la horquilla de engrane y asegura la puesta bajo tensión del arranque

#### Consta de:

- un contactor eléctrico
- dos bobinas
- un émbolo de empuje
- un resorte de retorno

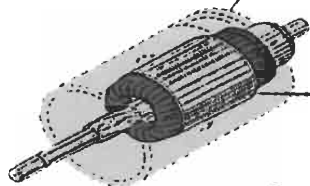
### HORQUILLA



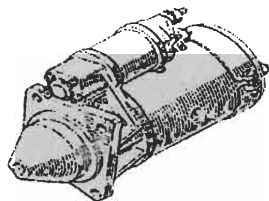
### EL DISCO PORTA-ESCOBILLAS



### CARCASA



### INDUCIDO



### EL LANZADOR:

Se compone de:

- un manguito corredizo en los canales helicoidales
- un piñón arrastrado por el eje
- una rueda libre, evitando el arrastre del arranque por el motor
- un "cuello" receptor de la horquilla



### LOS CUATRO INDUCTORES

Componentes más importantes del motor de arranque

## DETALLE DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE ARRANQUE

### LLAVE DE CONTACTO EN POSICION "ARRANQUE"

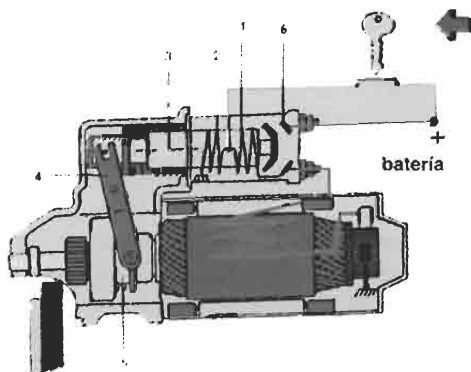
541. Las dos bobinas del solenoide están alimentadas:

- La bobina de llamada (1) se pone a masa a través de los inductores, el inducido y de la escobilla de masa.
- La bobina de mantenimiento (2) está directamente a masa.

El émbolo de empuje (3) se desplaza hacia la derecha:

- Arrastra el lanzador (5) gracias a la horquilla (4).
- Cierra el interruptor (6) de alimentación del motor eléctrico.

Al cierre del interruptor (6) la corriente de la batería alimenta directamente al arranque.

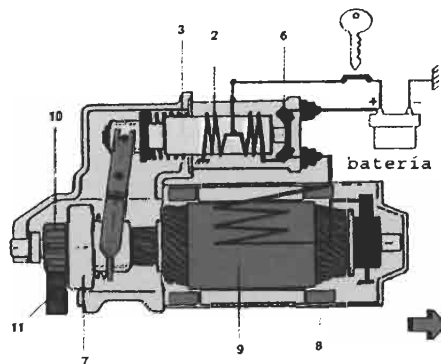


### 542. Observación:

Al poner el contacto **toda la capacidad de la batería está a disposición del arranque**, porque desde su puesta en tensión la bobina de llamada está inactiva (sus dos extremos están unidos a +, y por tanto no hay diferencia de potencial).

La bobina (2) asegura ella sola el "mantenimiento" del émbolo de empuje (3) en su posición. De ahí su nombre.

La corriente que llega a través de las escobillas (de cobre y carbón) a las bobinas del rotor, (inducido) hará que éste gire entre las bobinas inductoras (estátor).

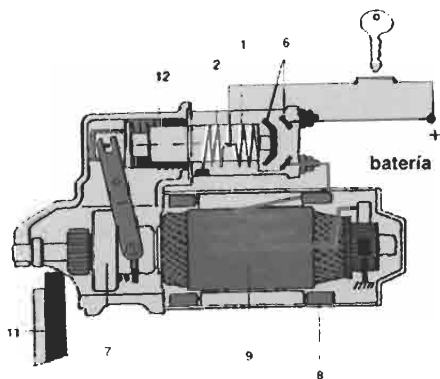


### PUESTA EN TENSION DE LOS INDUCTORES

543. Los 4 inductores (8) están en serie con el inducido (9). El piñón (10) arrastra al motor del vehículo (11) y éste arranca.

La rueda libre (7) evita el arrastre del arranque por el motor. Si no, arrastrado por el motor, el motor de arranque estallaría.

En el momento en que se afloja la llave, el contacto (6) permanece cerrado: las bobinas (1) y (2) están alimentadas en serie, pero sus flujos están en oposición y se anulan. El muelle (12) hace volver al émbolo a su posición de reposo, el contacto (6) se abre y corta la alimentación del motor; al final, la horquilla hace volver también el lanzador a su posición de reposo.





## ELEMENTOS DEL MOTOR DE ARRANQUE

544. Los **elementos principales** del motor de arranque **son**:

- **CARCASA O CUERPO**: En su **interior** hay unas **masas polares** rodeadas de unas **bobinas inductoras**. Cuando **se acciona el interruptor** (llave de puesta en marcha), aparece un **campo magnético inductor** en su interior.
- **ROTOR O INDUCIDO**: Formado **por un eje**, con unas **espiras** alrededor de él, las cuales están **unidas a las delgas** que forma el **colector**, que se encuentra en un extremo del eje.
- **MECANISMO DE ACCIONAMIENTO O ARRASTRE**: Se trata del **sistema** encargado de **transmitir el movimiento del rotor** del motor de arranque **a la corona dentada del volante** del cigüeñal e **impedir** que en el movimiento de arranque (puesta en marcha) del motor éste **no arrastre** el piñón y órganos móviles del motor de arranque.

También es necesario un dispositivo incorporado al circuito eléctrico del motor de arranque, intercalado entre la batería y el motor de arranque como interruptor.

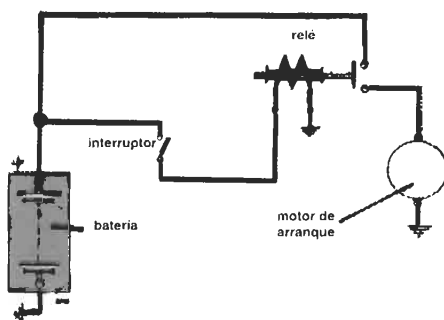
## RELE O SOLENOIDE

545. Es el encargado de **cerrar el circuito de puesta en marcha para poner en funcionamiento el motor de arranque**.

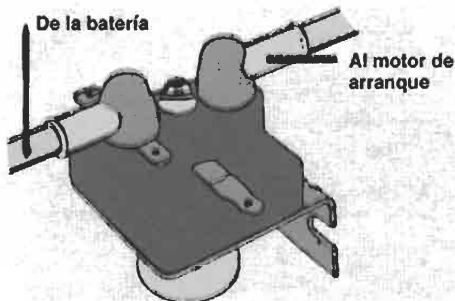
Los cables que unen la batería con el relé y éste con el motor de arranque han de ser de gran sección (muy gruesos), ya que la intensidad que circula por ellos es muy alta.

El solenoide o relé se suele acoplar en la parte superior del motor de arranque.

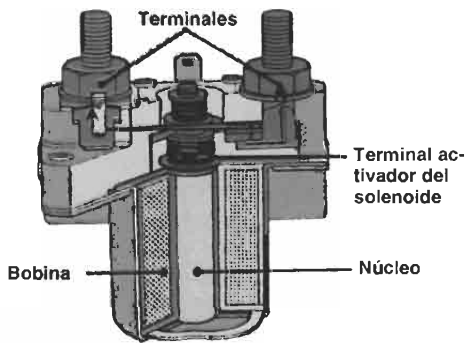
**Cuando la corriente eléctrica** (controlada por la llave de contacto) **pasa por la bobina**, su **magnetismo cierra los contactos** permitiendo el **paso de corriente al motor de arranque**.



Esquema del circuito de arranque



Interruptor de solenoide



Relé de arranque

Sección del solenoide en la que aparecen las vueltas de la bobina, el núcleo y los terminales de los cables.

## MECANISMO DE ARRASTRE (ACOPLAMIENTO Y DESACOPLAMIENTO)

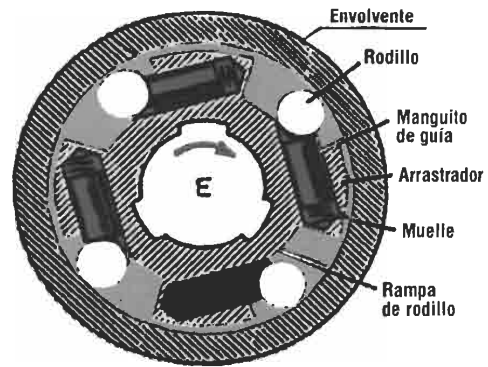
546. Para **transmitir el giro del motor de arranque al motor del automóvil**, el **eje del motor de arranque** lleva un **piñón desplazable** que engrana con la **corona dentada del volante** del cigüeñal **obligándoles a girar** a ambos. La **función del mecanismo de arrastre** es la de **desacoplar el piñón desplazable del volante**, de lo **contrario**, sería el **motor del vehículo** el que **obligase a girar al motor eléctrico de arranque y éste lo haría a tal velocidad que se rompería**.

Por tanto, al ponerse el **motor del vehículo en marcha**, para que **éste no arrastre al piñón desplazable** del motor de arranque, **se precisa de tal mecanismo de arrastre**, siendo el más utilizado actualmente el de **"por horquilla"** y **"rueda libre"**.

## MECANISMO DE ENGRANE POR HORQUILLA Y RUEDA LIBRE

**547. Muy empleado actualmente**, se trata del mecanismo **accionado por una horquilla** que desplaza el piñón conductor a lo largo del eje del inducido para que **engrane o desengrane** con los dientes de la corona del volante del cigüeñal **antes de poner el motor en marcha**.

Cuando la **horquilla llega al final** de su recorrido, **cierra el interruptor** del motor de arranque y la corriente provoca el **giro del inducido**.



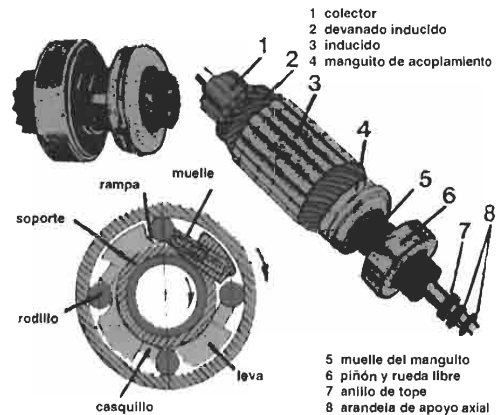
Rueda libre

Una vez el **motor del vehículo ha arrancado**, el **volante hace girar el piñón** libremente a **mayor velocidad que el inducido**.

El muelle de la **horquilla empuja hacia atrás el piñón y lo desengrana** cuando la horquilla vuelve a su posición inicial (de reposo).

**548.** Este mecanismo consiste en que, al girar la **llave del encendido**, desde su posición de **contacto** hasta su posición de **accionamiento de la puesta en marcha eléctrica**, se tiene que vencer la presión de un muelle. Una vez la **llave del encendido en la última posición**, **se cierran los contactos del relé** o solenoide y conectan la batería con el motor de arranque.

Después de que el **motor del vehículo se pone en funcionamiento**, se debe **soltar la llave del encendido**, y el muelle la hace retroceder a su posición de contacto, quedando separados los contactos del relé o solenoide.

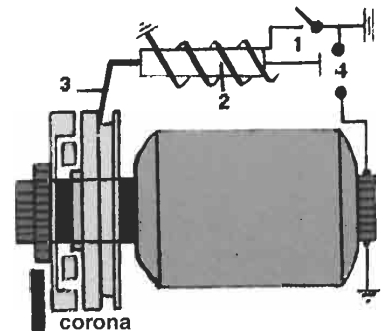


Mecanismo de engrane por horquilla y rueda libre

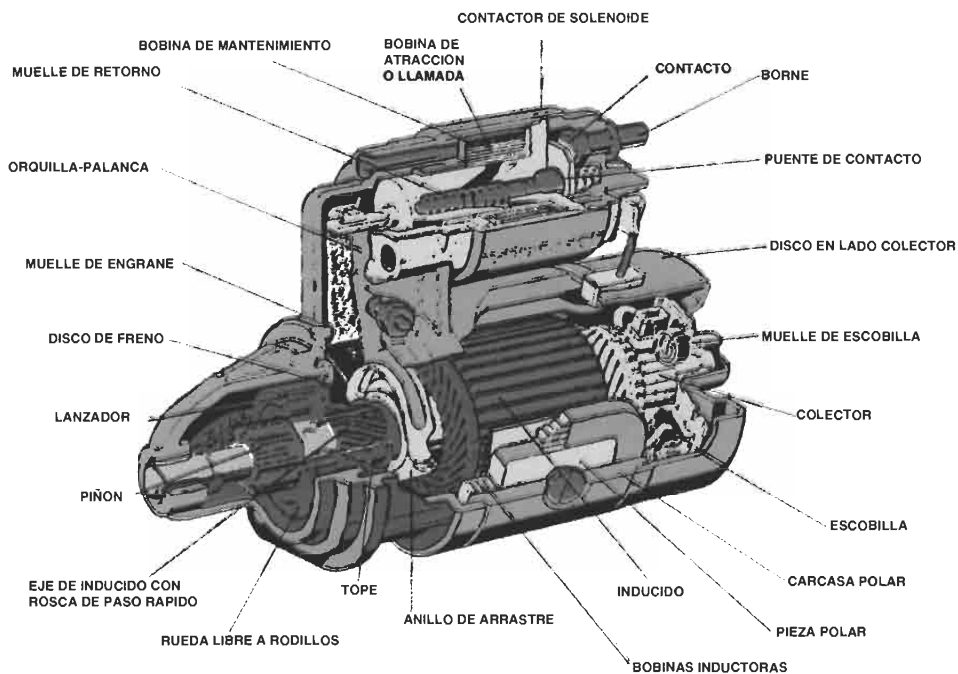
## INTERRUPTOR DE PUESTA EN MARCHA

**549.** El interruptor de puesta en marcha es de **resorte**, de forma que **cundo se deja de accionar, desconecta la corriente eléctrica** que va al motor de arranque.

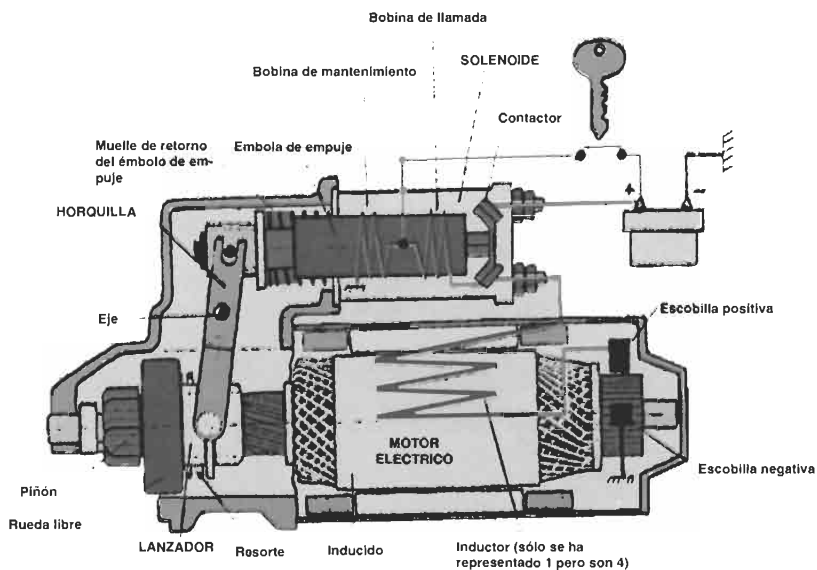
Como el motor de arranque precisa recibir mucha corriente, no debe mantenerse accionado el interruptor demasiado tiempo seguido (no más de 3 segundos).



Mando del arranque por relé  
1 Interruptor de puesta en marcha. 2 Relé. 3 Palanca de giro. 4 Interruptor general.



Partes de que se compone un motor de arranque



Esquema eléctrico del motor de arranque

## APLICACION A LOS CAMIONES

**550.** La puesta en marcha del motor de un camión es similar, hoy día, a la de un turismo. **Antes de arrancar un motor** se deben dar los siguientes pasos:

- **Verificar que el freno de estacionamiento** está en posición de frenado.
- Cerciorarse de que la caja de **cambios está en punto muerto**.
- **Conectar el interruptor general o desconector de baterías** (ver baterías).
- **Anular el mando PARADA DE EMERGENCIA** si el camión es para el transporte de mercancías peligrosas (ver baterías).

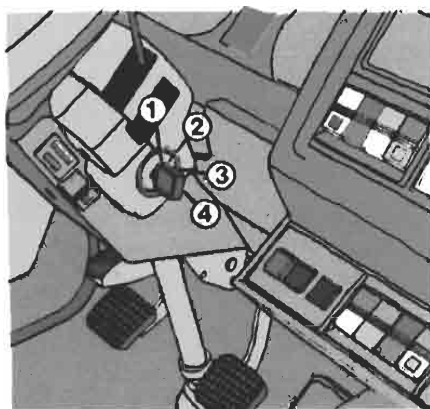
**551.** El **sistema de arranque** consta de los **siguientes elementos**:

- **Interruptor de puesta en marcha** o contacto antirrobo.
- **Motor de arranque**.

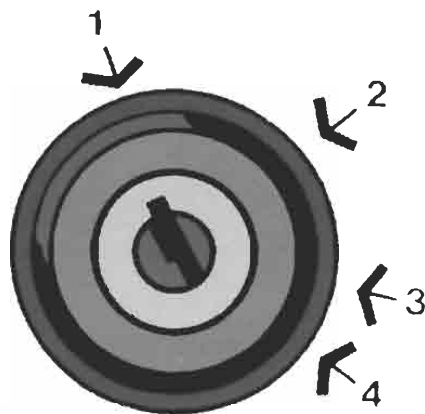
## INTERRUPTOR DE PUESTA EN MARCHA

**552.** **Accionándolo** da paso a la corriente eléctrica **desde la batería** al motor de arranque. Tiene **4 posiciones**:

- **posición 1**, parada motor y antirrobo.
- **posición 2**, motor parado, accesorios de confort alimentados y dirección libre.
- **posición 3**, contacto (el amperímetro marcará descarga). (Véase art. 593).
- **posición 4**, arranque.



Interruptor de puesta en marcha



## MANTENIMIENTO Y PREVENCION DE AVERIAS

### MANTENIMIENTO

**553.** - **Inspeccionar el montaje y sujeciones** del motor de arranque y apretarlo si es necesario.

- **Limpiar y ajustar** los terminales.
- **Inspeccionar todo el cableado** por si hay rozaduras o cortocircuitos, limpiarlo de aceite o suciedades.
- **Comprobar que el arranque funcione sin ruidos** anormales, que no tenga tendencia a agrotarse y que no falle el engranaje.

# DETECTAR AVERIAS (MOTOR DE ARRANQUE)

| 554. | DEFECTO   | CAUSA   | ¿QUE HACER?  |
|------|---|---|--|
|      | <b>El motor de arranque no se mueve al accionar el interruptor de arranque.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor en mal estado.</li> <li>• Cables del relé cortados.</li> <li>• Relé en mal estado.</li> <li>• Batería descargada (comprobar faros).</li> <li>• Colector del motor sucio.</li> <li>• Escobillas con contacto a masa.</li> <li>• Escobillas flojas.</li> <li>• Corta-baterías desconectado.</li> <li>• Inducido defectuoso.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar el interruptor en taller.</li> <li>• Unir o sustituir en taller.</li> <li>• Sustituir en taller.</li> <li>• Cargar o sustituir.</li> <li>• Limpiar el colector.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Apretar o sustituir, si están gastadas, en taller.</li> <li>• Conectar.</li> <li>• Llevar al taller.</li> </ul> |
|      | <b>El motor de arranque gira pero no engrana con el volante.</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lanzador agarrotado.</li> <li>• Lanzador mal reglado.</li> <li>• Corriente insuficiente por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Batería con poca carga.</li> <li>- Dientes corona dentada gastados.</li> <li>- Escobillas flojas o desgastadas.</li> <li>- Escobillas con contacto a masa.</li> </ul> </li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar o cambiar en taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>- Cargar o sustituir.</li> <li>- Llevar al taller.</li> <li>- Apretar o cambiar en taller.</li> <li>- Llevar al taller.</li> </ul>   |
|      | <b>El motor gira pero se cala al engranar el volante.</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia anormal.</li> <li>• Batería descargada.</li> <li>• Acuñaamiento de los dientes del piñón con los del volante.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar si ocurre en punto muerto y llevar al taller.</li> <li>• Recargar o sustituir.</li> <li>• Meter directa e imprimir al vehículo un fuerte movimiento de vaivén de delante-atrás con encendido cortado. Si no se corrige, llevar al taller.</li> </ul>  |
|      | <b>El motor de arranque sigue girando después de soltar el interruptor.</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor pegado.</li> <li>• Lanzador acoplado al volante.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar o cambiar en taller.</li> <li>• Cortar encendido y mover el coche de delante-atrás. Si no corrige llevar al taller.</li> </ul>  |
|      | <b>El motor no arranca, aunque el motor de arranque le hace girar.</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallo de carburación o inyección.</li> <li>• Fallo de encendido.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>   |
|      | <b>Después de arrancar, el lanzador roza con el volante.</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lanzador con muelle flojo o canal sucio.</li> <li>• Contactos del contacto pegados.</li> <li>• Bobinas inductoras defectuosas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar o cambiar en taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>   |
|      | <b>Motor de arranque agarrotado y no engrana.</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piñón bloqueado.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desbloquear y, en caso necesario, reponer piñón.</li> </ul>   |
|      | <b>El motor de arranque no actúa y la luz de los faros es normal.</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuito abierto en relé o solenoide del motor de arranque.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar conexiones.</li> <li>• Revisar conmutador y escobillas.</li> <li>• Revisar interruptor.</li> <li>• Cambiar solenoide si es necesario.</li> </ul>  |
|      | <b>El motor de arranque no actúa y la luz de los faros es nula.</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batería descargada.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargar batería.</li> </ul>  |
|      | <b>Arranque ruidoso.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muelles rotos.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reponer muelles.</li> </ul>   |
|      | <b>El motor revoluciona pero no arranca.</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloqueado del encendido.</li> <li>• Escobillas desgastadas.</li> <li>• Bobina defectuosa.</li> <li>• Brazo del rotor roto.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacar cables alta y la tapa distribuidor.</li> <li>• Limpiar y cambiar escobillas.</li> <li>• Cambiar bobina.</li> <li>• Cambiar brazo.</li> </ul>  |

## SISTEMA DE ALUMBRADO

### MISION

**555.** El sistema de alumbrado tiene la **misión** de proporcionar una fuente de **iluminación** capaz para **poder ver y poder ser vistos** en condiciones de seguridad cuando la iluminación de la vía no es suficiente.

### CIRCUITOS

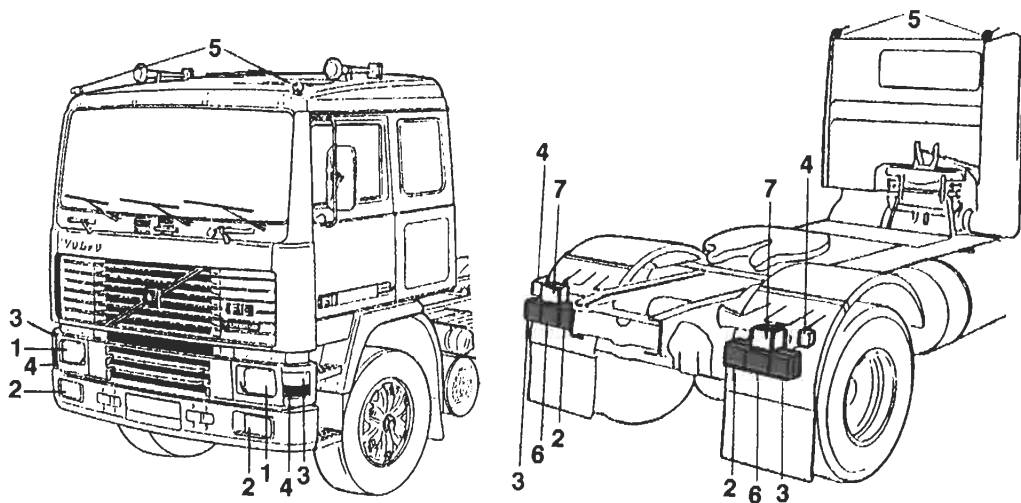
**556.** El sistema de alumbrado está **compuesto** por **luces exteriores y luces interiores**.

En el circuito de las **luces exteriores** se contemplan las de:

- **Posición y gálibo** (visibles a **300** metros como mínimo).
- **Corto alcance o de cruce** (cortas) (deben iluminar **40** metros como mínimo).
- **Largo alcance o de carretera** (largas) (deben iluminar **100** metros como mínimo).
- **Niebla** (sólo utilizable en condiciones meteorológicas o ambientales adversas que disminuyan sensiblemente la visibilidad).
- **Indicadores de dirección y emergencia** (intermitencia).
- **Frenado.**
- **Marcha hacia atrás.**
- **Matrícula.**

En el circuito de **luces interiores** se contemplan las del alumbrado:

- **Interior.**
- **Taxímetro.**



Circuito de alumbrado

**1** Alumbrado de cruce y carretera. **2** Alumbrado de niebla. **3** Alumbrado de posición. **4** Indicador de dirección. **5** Luz de gálibo. **6** Luz de frenado. **7** Luz de marcha atrás.

## DESCRIPCIÓN CONEXIÓN REMOLQUE

**557.** Del **vehículo tractor** salen unos **cables de conexión al remolque** correspondientes al **mismo sistema** de luces de la **parte posterior del vehículo tractor y algunas de la parte anterior**, de forma que:

- **Todo remolque y semirremolque** cuya anchura exceda de **1,60 metros** estará **provisto** en su **parte delantera** de dos **luces de posición** de **color blanco**, y **todo remolque y semirremolque** estará provisto en su **parte posterior** de un **número par de luces** de **color rojo**.

**Si la anchura del remolque y semirremolque excede de 2,10 metros**, estará **provisto**, además, de las **luces de gálibo**.

## ELEMENTOS

**558.** Los elementos que forman los **diferentes circuitos** de alumbrado son:

## - INTERRUPTORES:

Son los elementos que cierran el circuito, que pueden ser accionados por el conductor o automáticamente. Pueden tener varias posiciones que combinan distintos servicios.

Existen luces varias que pueden mandarse con un solo interruptor de posiciones múltiples (luces de largo y corto alcance), y otras, que cada una tiene su propio interruptor, así como otros diferentes elementos.

## - CONECTADORES:

**559.** Se emplean para unir la instalación a receptores, interruptores, un componente, etc., al que llegan muchos cables como:

- **Tablero de instrumentos.**
- **Unidades electrónicas.**
- **Caja de relés y fusibles.**

El acoplamiento de dos conectadores (macho-hembra) se realiza con posición única. En algunos casos los conectadores tienen un trinquete de retención.

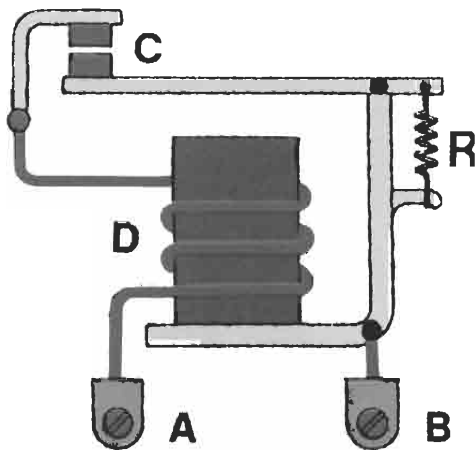
Las conexiones de los conectadores deben mantenerse limpias, ya que de lo contrario se producen fallos o calentamiento del conector.

## - RELES:

**560.** Funcionan como **interruptores y receptores** y también tienen otras aplicaciones.

El relé está **formado por una o dos bobinas**, un **núcleo** de hierro dulce que se convierte en electroimán mientras pasa corriente por las bobinas. La fuerza de este **electroimán** se emplea para atraer una placa y **cerrar un circuito eléctrico**, mover algo al centrar el núcleo como el cierre eléctrico de las puertas, maletero, luces intermitentes, etc.

Con el **uso** puede sufrir **desperfectos**, debiéndose recurrir, en tal caso, a su reparación o sustitución.



Relé

**A y B** Bornes. **R** Resorte. **D** Bobina. **C** Contactos.

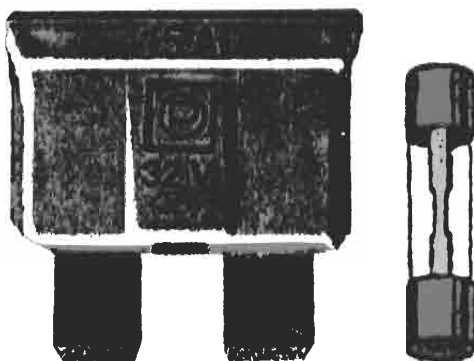
**- FUSIBLES:**

**561.** Se trata de unos **pequeños cables** conductores que limitan el paso de la intensidad de la corriente eléctrica, con las siguientes características.

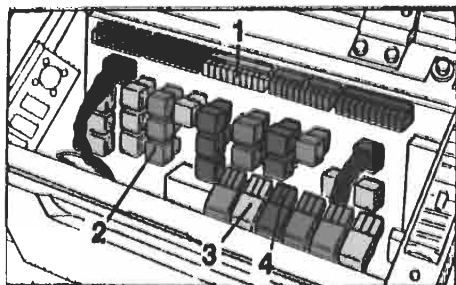
- Formados por un **material de fácil fusión**.
- **Situados al principio del circuito para su protección.**
- **Se funden al sobrepasar la intensidad prevista.**
- **Protegen al cable** o hilo conductor **positivo** desde el propio fusible hasta el receptor, pero sin incluirlo.

**562.** Los fusibles no protegen al cable en el tramo anterior a donde están situados. Existen diferentes **tipos de fusibles** según sus formas y capacidades, con las siguientes características:

- Aparece **grabada la intensidad máxima** (como ejemplo 15 A) a la que puede ser sometido el fusible.
- El **color diferencia el voltaje del fusible** (como por ejemplo 32 V). (color azul)



Fusible



Caja de fusibles y relés donde suele figurar a qué circuito pertenece cada fusible. **1** Conjunto de fusibles. **2** Fusibles. **3** Relés con los fusibles (**4**) incorporados.

**563.** - Puede tener **varias formas** (como por ejemplo cubierto de un pequeño tubo de vidrio, etc.)

**Si el circuito es importante se coloca un fusible por cada receptor** (lámparas, accesorios importantes), no obstante, se puede instalar un fusible para proteger varios circuitos si éstos son de menor importancia, como puede ser el claxon y la luz interior a la vez, etc.

**564.** Un fusible **se puede fundir** por varias causas, como un **cortocircuito** o un **mal contacto** en el soporte.

Cuando un fusible se funde se debe **sustituir por otro de igual intensidad** (voltaje y amperaje). Si se vuelve a fundir hay que localizar y eliminar el cortocircuito que, generalmente, se produce al soltarse el cable de algún receptor o conector o cuando el aislante se pela por roce con alguna parte metálica.

**565.** Si un fusible que protege varios circuitos se funde únicamente cuando se activa un servicio, es en ese circuito donde está localizado el cortocircuito. En tal caso se puede reponer y utilizar el resto de los servicios.

Si el fusible se funde en el momento de instalarlo cuando los interruptores están desconectados, el cortocircuito se localiza antes de los interruptores.

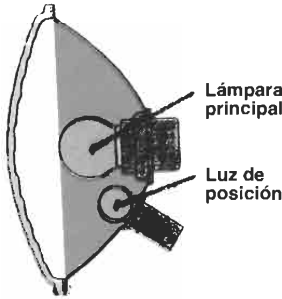
**Nunca se debe anular o sustituir un fusible con un cable grueso** ya que la instalación queda sin protección y puede producirse incendio en ella.



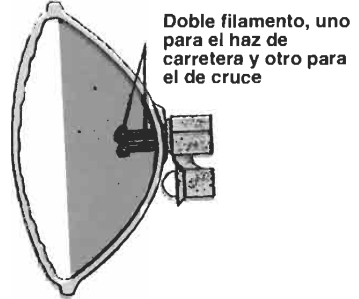
## - PROYECTORES

**566. - FAROS:** Todos los automóviles, excepto motocicletas, han de poseer, al menos, dos faros de funcionamiento simultáneo, existiendo dos tipos:

- **Faros abiertos:** Que son en los que el cristal, la parábola y las lámparas están unidas independientemente.
- **Faros sellados:** Que son en los que el cristal, la parábola y lámpara están agrupados en una sola unidad.



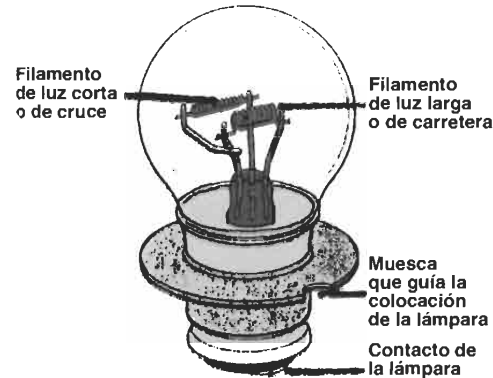
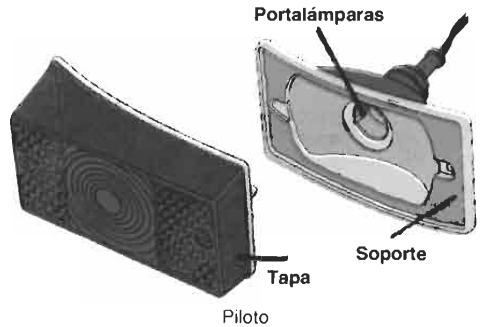
Faro abierto  
Cristal, reflector y lámparas son independientes



Faro sellado  
Cristal, reflector y filamentos están agrupados

**567. - PILOTOS:** Están formados por un soporte metálico o de plástico que se inserta en la carrocería. Llevan un portalámparas tipo bayoneta para alojar la lámpara.

El conjunto se cubre con un plástico de color de luz reglamentario. Estos pilotos no son para iluminar sino para ser vistos.



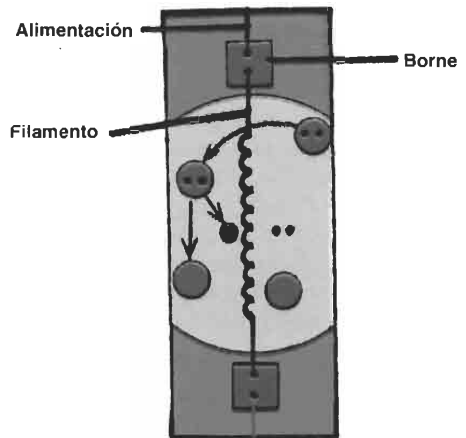
Lámpara convencional

**569. - Convencionales:** De uno o dos filamentos de tungsteno de entre 40 y 55 W. Con el tiempo la lámpara se ennegrece.

- **Halógenas:** Debido a las altas temperaturas se sustituye el cristal por el cuarzo.

No tocar el cuarzo con la mano, ya que el sudor las altera, ennegreciéndolas (el cuarzo se pone negro). Su potencia se sitúa en torno a los 70 W. Actualmente se utilizan lámparas "xénon" que alumbran el doble que las halógenas. Cuando se funden hay que **cambiar todo el conjunto**, que **no debe manipularse por el peligro** de una posible **descarga eléctrica importante**.

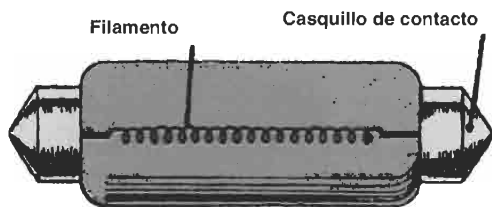
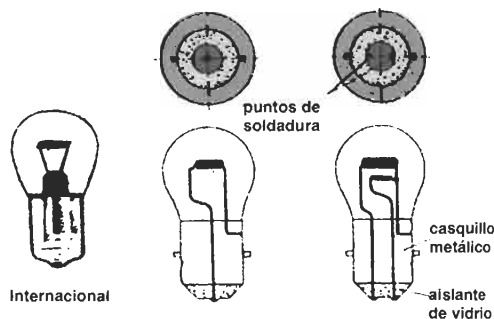
**568. - LAMPARAS:** Son los elementos que transforman la energía eléctrica en energía luminosa, llevando grabadas en su casquillo tanto su potencia como su tensión nominal de funcionamiento. Existen varios tipos de lámparas.



Lámpara halógena

**570. - Lámparas para pilotos:** Formadas por una ampolla de cristal con uno o dos filamentos de tungsteno en su interior y un casquillo con dos tetones para su acoplamiento.

**- Lámparas para alumbrado interior:** Caracterizadas por su poca potencia y su forma cilíndrica o tubular con una potencia entre 5 y 7 W.



Lámpara tubular

**571. - CONDUCTORES:** Están formados por un cuerpo metálico compuesto por muchos hilos de cobre enrollados y recubiertos por un aislante plástico. Se destaca, en su empleo, un código de colores generalmente negro o azul para masa, rojo o amarillo para energía, etc.

**572. - ELEMENTOS DE MANDO:** Son los que cierran el circuito para que funcionen los receptores, que pueden ser accionados por el conductor o automáticamente.

Los conmutadores son interruptores de varias posiciones que combinan distintos servicios.

Los relés se emplean en circuitos de consumo elevado a través del interruptor, sólo para la corriente que lo activa, agrupándose en una caja próxima o en la misma de los fusibles.

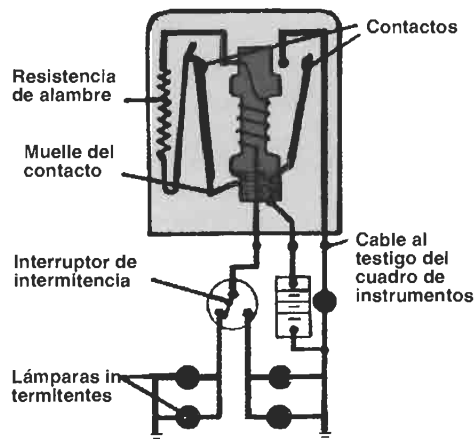
**573. - Caja de intermitencia:** Es destacable entre todos los elementos de mando el funcionamiento de los intermitentes (indicadores de dirección). Al accionar el interruptor de intermitencia la corriente de la batería pasa por un circuito en el que hay una resistencia tensada, entre una parte fija y un contacto móvil. La corriente calienta esta resistencia, dilatándola y con ello, al cerrarse los contactos se encienden las luces intermitentes.

En cuanto las lámparas se encienden la resistencia se enfría y se separan los contactos apagándose los intermitentes. La frecuencia de estos ciclos es de 60 a 120 veces por minuto.

Cuando las pulsaciones son más rápidas de lo normal es porque alguna lámpara no funciona (fundida, falta de masa, mal contacto, etc.) y si lo hace más lentamente es síntoma de fallo de la central o pastilla de intermitentes, siendo conveniente su sustitución.

**A menos voltios más rápido y a más voltios menos rápido.**

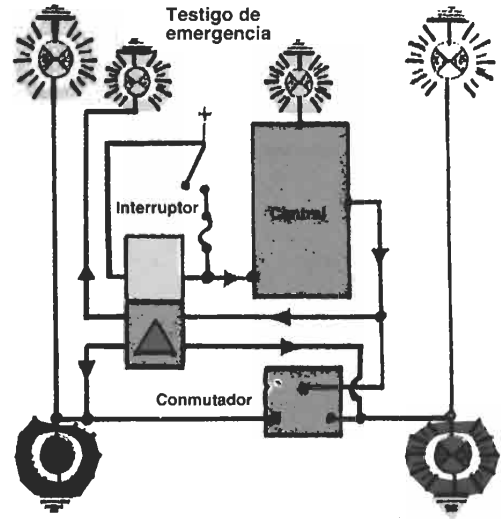
**574. - Caja de advertencia (Warning):** Se trata de un dispositivo que hace funcionar todos los indicadores de dirección a la vez, recibiendo el nombre de **luces de emergencia o de avería.**



Esquema de los intermitentes  
La contracción de la resistencia de alambre separa los contactos.

La central de intermitencia puede ser la misma o diferente. El testigo de emergencia es independiente. A la instalación normal se añade un interruptor que al accionarlo alimenta directamente a la caja de intermitencia, aun sin el contacto puesto, recibiendo la corriente de la central enviándola a todas las luces de dirección (intermitentes), alimentando a la vez al testigo de emergencia situado en el salpicadero.

**575. - Luz de marcha atrás:** Se trata de un **interruptor** montado en la **caja de velocidades**, que es **accionado** al seleccionar la **marcha hacia atrás**, encendiéndose **una o dos luces** blancas en la **parte posterior** del vehículo.



Caja de advertencia o luces de emergencia

**576. - REGULACION DEL HAZ LUMINOSO:** Las **luces** de **cruce** y de **carretera** requieren una comprobación frecuente respecto a su **altura, distancia y amplitud** del haz luminoso. (Reglaje del alumbrado).

Los faros pueden moverse mediante una sujeción que permite variar su posición en todos los sentidos, afirmándose en la colocación deseada por medio de una tuerca o bien con tornillos.

Generalmente, una vez hecho el reglaje de las luces de carretera, queda hecho automáticamente el de las luces de cruce, pero si éstas estuvieran en faros diferentes, debe hacerse su ajuste con frecuencia, comprobando que a diferentes distancias, por delante del vehículo, no producen deslumbramiento y, sin embargo, desde el asiento del conductor se ve iluminado el suelo en un espacio de 40 metros. Algunos vehículos, especialmente los camiones, llevan un **dispositivo de mando** para proceder al **reglaje del haz luminoso** desde el interior del vehículo en función de la carga que transporten.

**577. El mantenimiento** comprende, **además** de la **regulación** de las luces:

- La **limpieza** de plásticos y cristales, especialmente en días de lluvia.
- La **reposición de lámparas** se hará **siempre** por otras de las **mismas características**.
- La **vigilancia** de las posiciones de **montaje**.
- La **comprobación del funcionamiento** de las luces de alumbrado y señalización.
- **Reparar y limpiar** la **unión eléctrica lámpara-piloto y piloto-carrocería**.

Cuando una lámpara **luce débilmente, o junto a otra de distinto circuito** o servicio, normalmente suele deberse a la **falta de masa**.

Si al **arrancar el motor** con las **luces encendidas** se viene **abajo la luminosidad** o cambia de **intensidad** con las **revoluciones del motor**, puede deberse a que la **batería está descargada**.

## DETECTAR AVERIAS

578.

| DEFECTO  | CAUSA  | ¿QUE HACER?   |
|--|--|---|
| <b>Una lámpara no luce.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que esté fundida.</li> <li>• Que el casquillo no haga contacto.</li> <li>• Fusible quemado.</li> <li>• Falta de contacto con masa.</li> <li>• Bornes sucios.</li> <li>• Cables rotos o deteriorados.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar.</li> <li>• Reparar y restablecer contacto.</li> <li>• Reponer fusible.</li> <li>• Establecer contacto.</li> <li>• Limpiar bornes.</li> <li>• Reemplazar cables.</li> </ul>  |
| <b>No luce ninguna lámpara.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusible general fundido.</li> <li>• Avería en la batería.</li> <li>• Avería en el amperímetro, ya que la conexión del alumbrado se encuentra después del amperímetro.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reponer fusible.</li> <li>• Controlar y reponer elemento defectuoso.</li> <li>• Localizar avería y reponer elemento dañado.</li> </ul>   |
| <b>Las luces se encienden pero se apagan al acelerar.</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cables cambiados, bien de la batería o alternador.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar los cables en los respectivos bornes.</li> </ul>   |
| <b>Los faros se encienden y apagan alternativamente cuando el vehículo está en movimiento.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Malas conexiones o fallos en la masa en el circuito de los faros.</li> <li>• Cortocircuito en el circuito de los faros.</li> <li>• Interruptor defectuoso.</li> <li>• Batería descargada o en mal estado.</li> <li>• Avería en el regulador.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar y reparar conexiones y regularizar la masa.</li> <li>• Comprobar y reparar cables.</li> <li>• Sustituir interruptor.</li> <li>• Cargar batería o poner otra nueva.</li> <li>• Sustituir o reparar el regulador.</li> </ul> |
| <b>Poco alcance de las luces.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faros sucios.</li> <li>• Mal reglaje de los proyectores.</li> <li>• Superficie reflectante de las parabólas sucia u oxidada.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar.</li> <li>• Regular faros.</li> <li>• Limpiar o reponer.</li> </ul>  |
| <b>Las lámparas se ponen negras a menudo o se funden con frecuencia.</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallo en el regulador de voltaje cargando en exceso el generador (por encima de los 15 voltios).</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reponer el regulador de voltaje.</li> </ul>  |
| <b>Los indicadores de dirección (intermitentes) no funcionan o lo hacen muy lentamente.</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lámparas inadecuadas.</li> <li>• Central de intermitencia en mal estado.</li> <li>• Conmutador defectuoso.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabiár lámparas</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>No funciona una lámpara testigo de los indicadores de dirección (intermitentes)</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lámpara fundida.</li> <li>• Mal contacto a masa.</li> <li>• Rotura del cable de alimentación.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>  |
| <b>Avería en el circuito de las luces de emergencia.</b>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor de emergencia en mal estado.</li> <li>• Mala alimentación del circuito.</li> <li>• Defecto en la central de intermitencia.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>  |

## SISTEMAS ELECTRICOS AUXILIARES

### COMPLEMENTOS ELECTRICOS

**579.** Existen una serie de sistemas y elementos que proporcionan una comodidad o exigencia al conductor del vehículo así como una información de alguno de los sistemas o parámetros de funcionamiento del vehículo.

Pueden distinguirse **dos tipos** de complementos:

- **Circuitos de accesorios**, como son:
  - **Limpiaparabrisas y lavaparabrisas.**
  - **Climatización.**
  - **Elevalunas.**
  - **Cierre centralizado, etc.**
- **Circuitos de control**, como son:
  - **Interpretación de los símbolos.**
  - **Velocímetro.**
  - **Amperímetro, voltímetro.**
  - **Tacógrafo.**
  - **Testigos, relojes, alarmas, etc.**

### ACCESORIOS

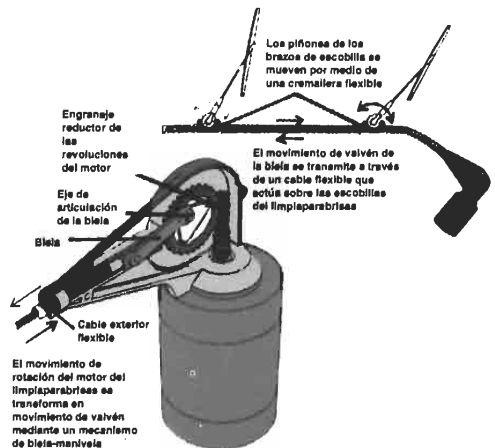
#### LIMPIAPARABRISAS

**580.** Los limpiaparabrisas funcionan con un pequeño motor eléctrico o de vacío (aire comprimido), que hace girar la corona, que por medio de una biela, convierte el movimiento de rotación del motor en el de vaivén, preciso para que funcionen las escobillas.

Además del interruptor del tablero de mandos existe otro unido a la corona. Cuando se desconecta el limpiaparabrisas, éste sigue funcionando hasta llegar a su posición de reposo.

Suelen tener una segunda velocidad que se emplea con lluvia intensa o cuando se circula muy deprisa. En algunos casos suele tener una velocidad intermitente.

Como mantenimiento hay que sustituir periódicamente las escobillas, sobre todo en otoño.



Motor de limpiaparabrisas con transmisión flexible.

#### LAVAPARABRISAS

**581.** El sistema se compone de un circuito de líquido con un dispositivo de aguja y detergente o anticongelante con una bomba de impulsión en el propio depósito, con tuberías y surtidores de pequeños orificios orientables, y de un circuito eléctrico con toma de corriente mediante fusibles de protección con interruptor de tipo pulsador con pequeño motor eléctrico.

Como mantenimiento se deben mantener los orificios de salida del líquido limpios y debidamente orientados.

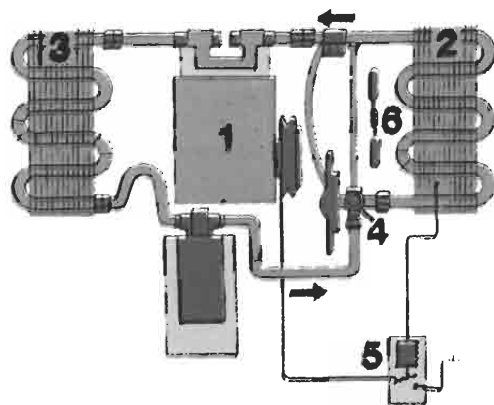
## CLIMATIZACION

**582. - CALEFACCION:** Se consigue haciendo pasar el líquido refrigerante del motor por un intercambiador de calor en el que se calienta el aire procedente del exterior haciéndolo pasar por el habitáculo, debidamente orientado, cuya temperatura puede regularse de diferentes maneras, actuando sobre el agua o sobre el aire.

**583. - REFRIGERACION:** La refrigeración o acondicionador de aire permite crear un ambiente agradable de temperatura y humedad, independientemente de la existente en el exterior. El acondicionador de aire trabaja por compresor y otra serie de elementos.

El compresor aspira el fluido en forma de vapor a baja presión y temperatura y lo comprime a alta presión y temperatura. Un radiador (evaporador) enfría el aire que lo atraviesa pasando por su interior el líquido refrigerante. Un condensador cambia al refrigerante de estado gaseoso a líquido. Una válvula de expansión regula la cantidad de refrigerante que pasa al radiador en función de uso.

Un termostato regula el funcionamiento del sistema, sirviendo como elemento de seguridad conectando y desconectando el compresor.



Principio del acondicionador de aire.

1 Compresor. 2 Evaporador. 3 Condensador. 4 Válvula de expansión. 5 Termostato. 6 Ventilador.

## ELEVACIONES

**584.** Los cristales de las ventanillas pueden accionarse manualmente mediante una manivela o eléctricamente a través de un motor eléctrico.

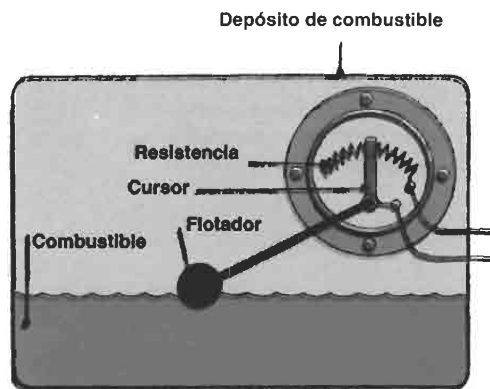
## CIERRE CENTRALIZADO

**585.** El cierre de las puertas y maletero puede realizarse individualmente o por medio de un mando centralizado, de forma que al cerrar o abrir la puerta del conductor se cierran o se abren todas las demás.

## ELEMENTOS DE CONTROL

**586.** El funcionamiento del motor y del vehículo se controlan:

- **Con aparatos de lectura** analógicos o digitales que marcan cantidades (no muy exactas) y que son de gran utilidad ante una avería o mal funcionamiento y a los que hay que prestar mayor atención.



Indicador de lectura del nivel de carburante

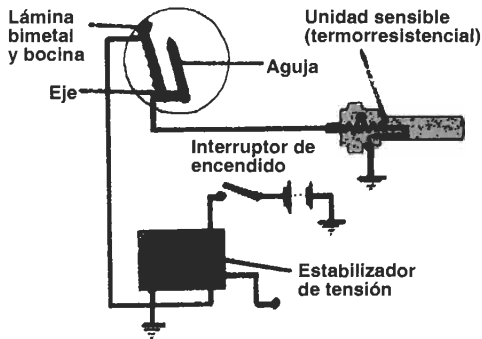
En el depósito hay un flotador que mide el nivel moviendo un cursor a lo largo de una resistencia variable. La lectura del indicador es proporcional a la intensidad de la corriente que atraviesa esta resistencia.

## INTERPRETACION DE LOS SIMBOLOS

**587.** Se utilizan para indicar, entre otros: la cantidad de combustible, la presión de lubricación (engrase), la temperatura del motor, nivel de aceite del cárter, temperaturas, etc.

Sus principales componentes son:

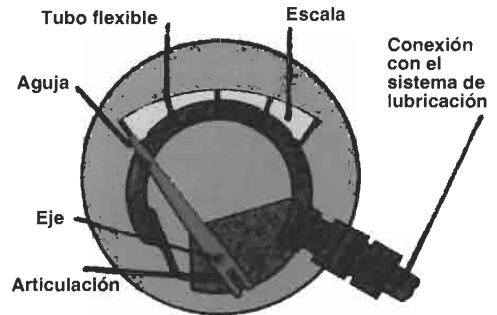
- **Marcador** (de aguja o digital).
- **Reostato** (accionado por nivel o por presión).
- **Circuito eléctrico.**



Indicador de temperatura del líquido refrigerante

## 589. - INDICADOR DE LECTURA DE PRESION DE ENGRASE:

Según sea la **presión** de engrase es mandada una **señal** al indicador de presión de aceite según sea ésta, en base a la **deformación** más o menos de una **lámina metálica**, desplazando una aguja a lo largo de la **escala** del indicador del **tablero**.

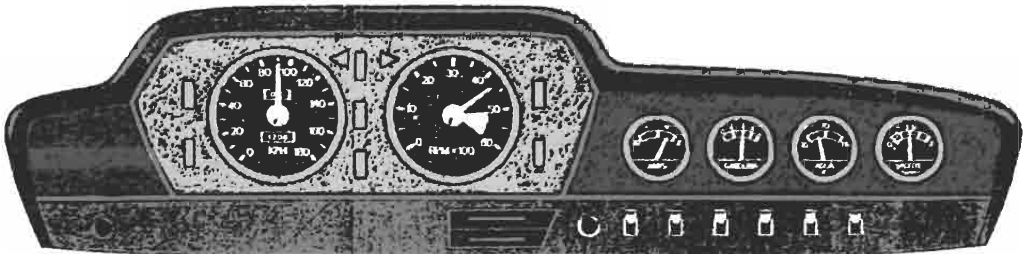


Esquema de un indicador de presión eléctrico.

## 590. - TESTIGOS LUMINOSOS:

Fijos o intermitentes, fáciles de notar cuando se activan, no demasiado fiables pero económicos. Se utilizan para indicar la reserva de combustible, insuficiente presión de engrase, exceso de temperatura del motor, bajo nivel de líquido de frenos, etc., cuyos elementos principales son:

- **Lámpara** (tablero de instrumentos).
- **Interruptor.**
- **Fusible y cableado.**



Testigos luminosos

Estas indicaciones se producen por anomalías en la parte controlada o en el propio elemento de control.

## AVERIAS

**591. Si con el motor parado, al dar el contacto, funciona el arranque pero no los indicadores:**  
 - **El fusible puede estar fundido.** Es tal caso cambiar el fusible y si se vuelve a fundir investigar y corregir el cortocircuito.

**Si con el motor parado y el contacto dado uno de los indicadores no funciona, puede ser debido:**

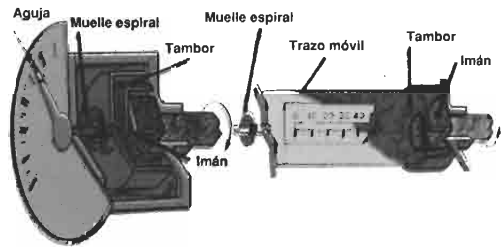
- Cables rotos o sueltos.
- Lámpara fundida.

**Cuando con el motor en marcha se indica avería, hay que detener el vehículo sin crear peligro.**

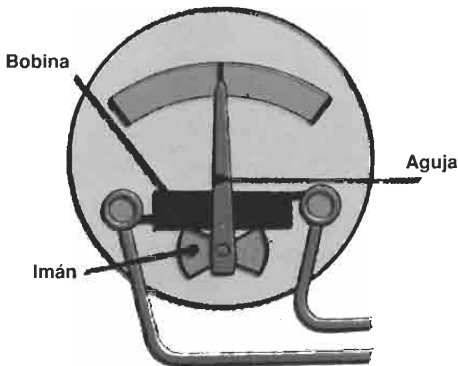
## VELOCIMETRO

**592.** Indica la velocidad instantánea de forma analógica o digital y el dispositivo suele contener, además, un indicador de cuentakilómetros total y parcial. El velocímetro es **obligatorio** para todo automóvil capaz de sobrepasar en llano la velocidad de **40 km/h**.

La toma de movimiento se realiza enlazando una de las ruedas delanteras o el eje de salida de la caja de velocidades o mediante un enlace en el árbol de transmisión, según los casos, con el velocímetro.



Velocímetro



Amperímetro

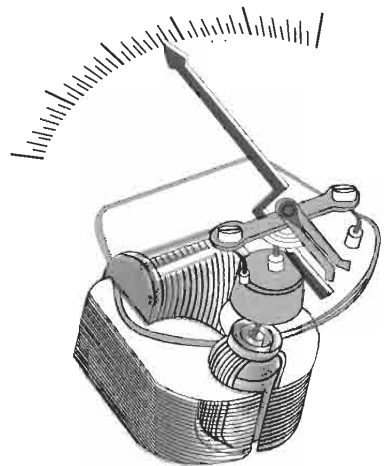
La llave de contacto en la penúltima posición marcará descarga. (Véase art. 552)

## VOLTIMETRO

**594.** Mide la **diferencia de potencial** que existe **entre dos puntos** de un circuito eléctrico, dando su medida en **voltios**, para lo cual su **conexión** en el circuito se realiza **en paralelo**, es decir, aplicado entre el borne de corriente y masa. Contiene una **aguja** que se desplazará **marcando** más o menos sobre una escala graduada la **tensión** de la corriente.

## AMPERIMETRO

**593.** Sirve para **indicar y medir** la **intensidad** de la **corriente** que fluye **hacia o desde** la **batería**, salvo excepciones. (Véase art. 540). La corriente atraviesa una bobina, estableciéndose un campo magnético que, según el sentido de la corriente, **atrae o repele** un **imán** al que va fijada la **aguja** del amperímetro.



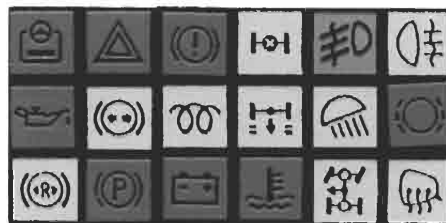
Voltímetro



## INDICADORES

### INDICADORES LUMINOSOS

**595.** Son luces que se encienden al poner el contacto y algunas de ellas se apagan al arrancar el motor si su funcionamiento es correcto, caso contrario existe alguna anomalía o avería en el lugar que se indica según sea el testigo.



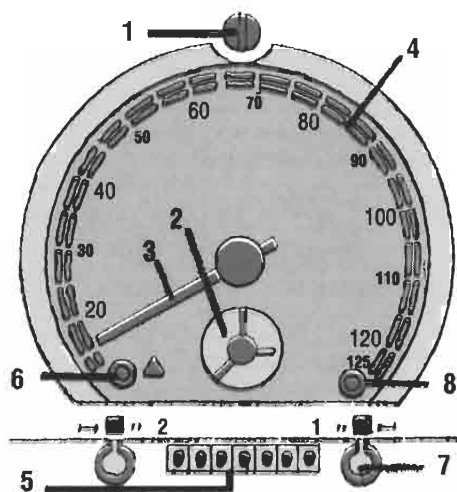
Indicadores luminosos

### RELOJES, ALARMAS, ETC.

**596.** Dentro de los elementos auxiliares puede encontrarse mucha variedad, según sean las prestaciones del vehículo, como son relojes de control, alarmas en caso de avería, etc.

### TACOGRAFO

**597.** Se trata de un aparato de control destinado a ser instalado en vehículos de transportes para indicar y registrar automática o semiautomáticamente los datos relativos a la distancia recorrida por el vehículo, su velocidad, tiempo de conducción, otros tiempos de trabajo distintos a la conducción y de presencia en el trabajo a disposición de la actividad, interrupciones de trabajo y tiempos de descanso diarios.



Tacógrafo

**598.** En el **tacógrafo** se incluye:

- **Velocímetro y cuentakilómetros.**
- **Disco** sobre el que se graban las actividades del vehículo y del conductor.
- **Dos relojes electrónicos** (uno de 24 horas y otro de 12 horas).
- **Luz de aviso** (se enciende si se sobrepasa determinada velocidad).

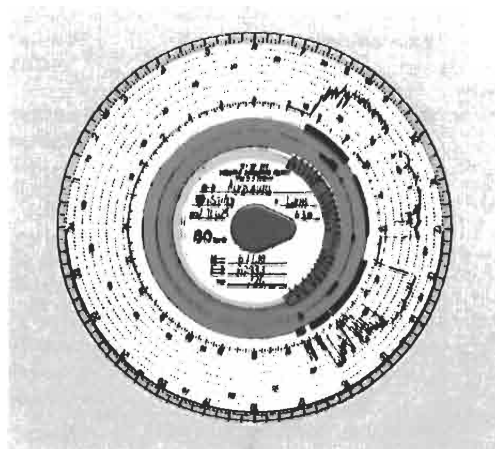
**El tacógrafo gira una vuelta cada 24 horas** (duración máxima del disco).

Las magnitudes que se graban son:

- **Velocidad instantánea.**
- **Distancia recorrida.**
- **Tiempos de conducción y descanso.**

El giro del disco es constante aunque el motor y el vehículo estén inmovilizados.

**1** Cerradura con llave. **2** Esfera del velocímetro con reloj. **3** Índice del velocímetro. **4** Escala de las velocidades. **5** Totalizador de kilómetros. **6** Indicador luminoso de funcionamiento anómalo de las puntas trazadoras. **7** Pomo selector de tiempos de registro (trabajo o reposo). **8** Indicador luminoso del límite de velocidad. Con el vehículo con motor parado desde mucho tiempo desactivar el interruptor de desconexión de las baterías y quitar el fusible correspondiente. Antes de poner en marcha el vehículo, volver a montar el fusible.



Inscripciones en el disco control

## DETECTAR AVERIAS

| 599. DEFECTO  | CAUSA   | ¿QUE HACER?  |
|---|---|--|
| <b>LIMPIAPARABRISAS:</b><br><b>El motor no gira pero consume corriente.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tornillos de sujeción flojos.</li> <li>• Engranajes coronados.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>El motor gira muy lentamente.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batería descargada.</li> <li>• Cortocircuito en el inducido.</li> <li>• Desgaste excesivo de las escobillas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargar batería.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Sustituir.</li> </ul>            |
| <b>El motor no da la potencia plena.</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal estado del inducido.</li> <li>• Mal acoplamiento de las escobillas.</li> <li>• Mal estado de los engranajes.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>                     |
| <b>El motor funciona con excesiva rumorosidad (ruidoso).</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El inducido no se desplaza correctamente en su alojamiento.</li> <li>• Mal acoplamiento de las escobillas al colector.</li> <li>• Engranajes en mal estado o sin engrase.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar o engrasar.</li> </ul>          |
| <b>El motor se calienta excesivamente.</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortocircuito en el inducido.</li> <li>• El inducido no se desplaza libremente en su alojamiento.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>Las escobillas se desgastan rápidamente.</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector deformado.</li> <li>• Presencia de rebabas en el colector.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>Chispas en las escobillas.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muelle de empuje flojo o roto.</li> <li>• Escobillas mal adaptadas al colector.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>La posición de velocidades no funciona</b> (rápida o lenta o ambas).     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cableado en mal estado.</li> <li>• Fallo en el motor.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>                                       |
| <b>Los limpiaparabrisas se detienen funcionando bien las velocidades.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unión floja.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apretar</li> </ul>  |
| <b>CALEFACCION:</b><br><b>Falta de calor.</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de paso del agua no abre correctamente.</li> <li>• Fugas de agua en el circuito.</li> <li>• Termostato no cierra</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>                     |
| <b>Exceso de calor.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de paso del agua no cierra correctamente.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>No funciona la calefacción.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusible fundido.</li> <li>• Válvula de paso no abre.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>ELEVALUNAS ELECTRICO:</b><br><b>Los cristales no suben ni bajan.</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusibles fundidos.</li> <li>• Motor reversible estropeado.</li> <li>• Conexiones eléctricas defectuosas o relé en mal estado.</li> <li>• Cristales fuera de las guías.</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reponer.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul> |
| <b>Los cristales suben y bajan con dificultad.</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de las ventanillas torcidas o estropeadas.</li> <li>• Varillaje torcido o estropeado.</li> <li>• Cristales fuera de guías.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>                     |
| <b>Sólo funciona en una sola dirección.</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor reversible estropeado.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> </ul>   |

## DETECTAR AVERIAS

| DEFECTO  | CAUSA  | ¿QUE HACER?   |
|--|--|---|
| <b>CIERRE CENTRALIZADO:</b><br>No funciona ningún elemento del circuito. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Disyuntor térmico deteriorado.</li> <li>Contactador o interruptor de inercia en mal estado.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reparar.</li> <li>Reparar.</li> </ul>  |
| Una de las puertas no se cierra.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inversor en mal estado.</li> <li>Conexiones defectuosas.</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reparar.</li> <li>Reparar.</li> </ul>  |
| <b>INDICADOR DE NIVEL DE CARBURANTE:</b><br>Marca siempre lleno          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mal estado del reostato.</li> <li>Masa eléctrica indebida.</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reparar.</li> <li>Corregir.</li> </ul> |
| Marca anormalmente o no lo hace.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Indicador en mal estado.</li> <li>Reostato o aforador mal.</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reparar.</li> <li>Reparar.</li> </ul>  |
| <b>TACOGRAFOS:</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Las reparaciones de los tacógrafos tienen que hacerse por medio de los talleres autorizados.</li> </ul> |   |

# TEMA X

## SISTEMA DE TRANSMISION

### INTRODUCCION

**600.** Para que el vehículo se desplace es necesaria una **cadena cinemática** que transmita el movimiento de **giro del cigüeñal a las ruedas motrices**. Este conjunto de elementos se denomina **SISTEMA DE TRANSMISION**. Según la relación de transmisión, que varía en función de la carga transportada y el perfil de la calzada, el **eje secundario de la caja de velocidades puede girar a más revoluciones, a las mismas o a menos que el cigüeñal**.

### MISSION

**601.** Así pues, el sistema de transmisión es el conjunto cinemático encargado de transmitir la energía (movimiento de giro) del cigüeñal a las ruedas, **pudiendo variar la relación de transmisión** entre ambos elementos.

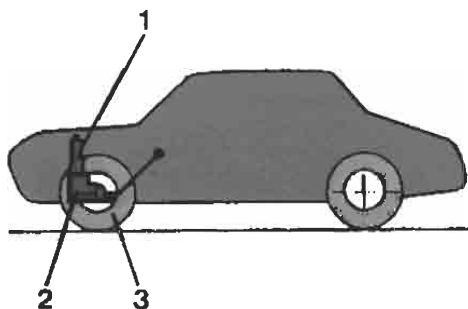
Hay que resaltar que al desmultiplicar las revoluciones del cigüeñal se produce un **aumento de par proporcional**.

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.

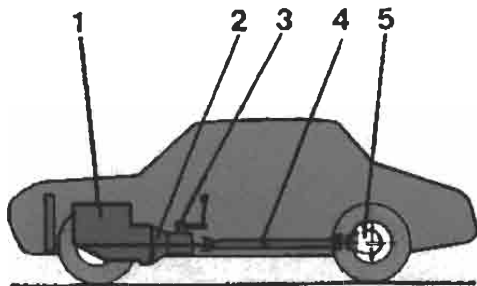
**602.** La disposición y elementos de un sistema de transmisión dependen de la situación relativa entre el motor y las ruedas motrices. Actualmente se emplean las siguientes disposiciones:

- **MOTOR DELANTERO Y TRACCION:** Muy empleado en vehículos de pequeña y media potencia por su economía de elementos. **Son motrices las ruedas delanteras.**

**No se emplea en vehículos pesados** por recaer el **peso de la carga en la parte trasera**.



Motor delantero y tracción. (Transmisión directa).  
1 Motor. 2 Caja de velocidades. 3 Grupo reductor.  
Carece de árbol de transmisión.



Motor delantero y propulsión

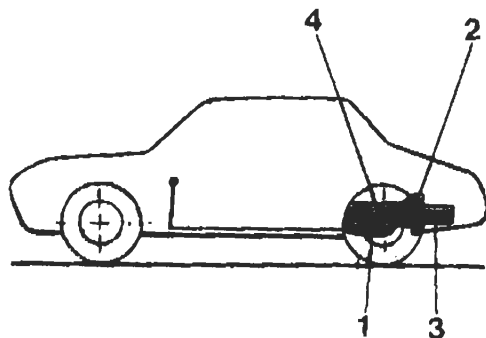
1 Motor. 2 Embrague. 3 Caja de velocidades. 4 Arbol de transmisión. 5 Grupo reductor

**603. - MOTOR DELANTERO Y PROPULSION:**

Empleado en vehículos de gran potencia por las reacciones del conjunto. Es la disposición más compleja y cara. Utilizada en camiones y es el sistema que reúne todos los elementos. **Son motrices las ruedas traseras** donde recaer el peso de la carga.

**604.- MOTOR TRASERO Y PROPULSION:**

Prácticamente no se emplea en la actualidad por problemas de refrigeración del motor. Sistema económico y sencillo. **Son motrices las ruedas traseras.**



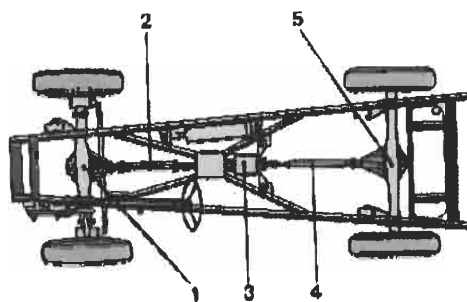
Motor trasero y propulsión. (Transmisión directa).  
1 Motor. 2 Embrague. 3 Caja de velocidades. 4 Grupo reductor.  
Carece de árbol de transmisión.

**605. - TRANSMISION TOTAL (A LAS CUATRO RUEDAS) (4X4):**

Generalmente se monta el motor delantero o central. Actualmente se emplea bastante por la alta seguridad que ofrece, principalmente en curvas.

**Ambos ejes son motrices** (todas las ruedas), para lo cual se disponen **dos diferenciales**, uno por cada eje y **cuatro palieres**.

Hay vehículos que ofrecen la posibilidad de conducirlos siendo las **cuatro ruedas motrices o sólo con dos ruedas motrices**, si están en el mismo eje, a voluntad del conductor.

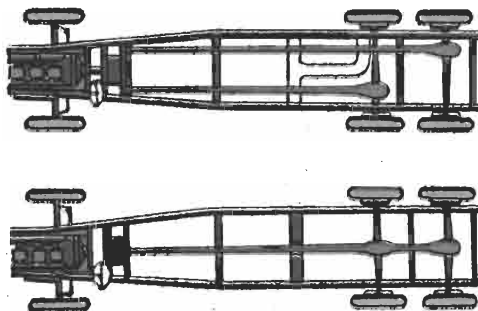


Transmisión a las cuatro ruedas  
1 Grupo diferencial delantero. 2 Arbol de transmisión delantero. 3 Caja reductora de propulsión. 4 Arbol de transmisión trasero. 5 Grupo diferencial trasero.

**606. - PROPULSION 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 del peso del vehículo y de la carga.

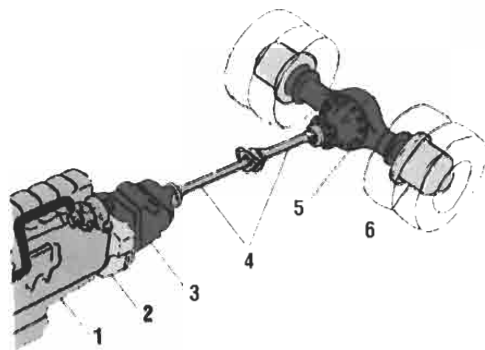


Propulsión doble con uno o dos árboles de transmisión

## SISTEMAS

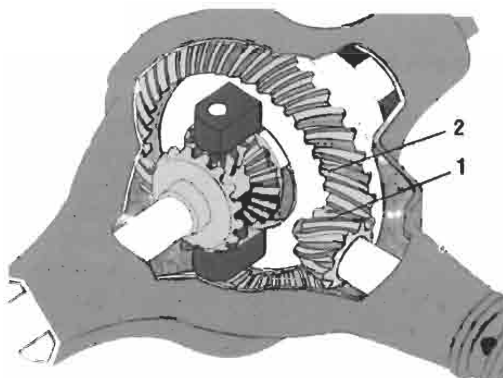
**607. ARBOL DE TRANSMISION:** Consiste en un **eje** cuya función es solamente **salvar la distancia** que existe **desde el eje secundario de la caja de velocidades hasta el puente trasero** (ruedas motrices).

El **árbol de transmisión** gira sobre sí mismo y de este modo **traslada el movimiento** que se produce a la salida del cambio de velocidades **hasta la entrada en el puente trasero**.



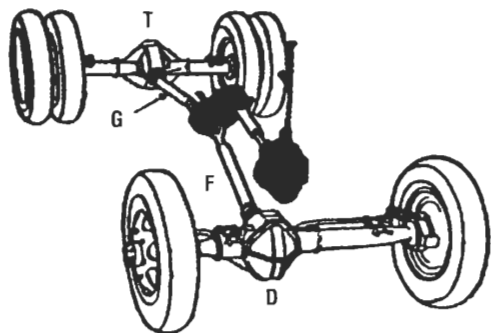
Disposición propia de los mecanismos de la transmisión distribuidos a lo largo de un autocamión. **1** Motor térmico. **2** Embrague. **3** Caja de cambios de velocidades. **4** Árbol de transmisión. **5** Puente trasero con el diferencial. **6** Reducción del cubo.

**608. GRUPO DIFERENCIAL:** El **puente trasero** comporta **varias funciones** de gran importancia relativas a **facilitar el deslizamiento** de una rueda con respecto a la otra cuando **se está describiendo una curva**, para lo cual se emplea el mecanismo **diferencial** mediante el cual la **rueda** que realiza una **curva más pequeña no sufra** una retención que la haga patinar sobre el pavimento **mientras la otra rueda** describe una **curva mayor**. Además, ejerce una función de **desmultiplicación** que mejora las condiciones de **transmisión de la potencia** procedente del motor del vehículo. La **desmultiplicación** la hace el **grupo cónico**. (Piñón de ataque 1 y corona 2).



Grupo diferencial

**609. DOBLE GRUPO DIFERENCIAL:** En vehículos que deben realizar **trabajos** en lugares **accidentados** y en malas condiciones de adherencia se emplea un **doble grupo diferencial**, uno para el eje delantero y otro para el eje trasero, **siendo todas las ruedas motrices**. (Véanse arts. 605 y 703).



Doble grupo diferencial

**F y G** Árboles de transmisión. **D** Diferencial eje delantero. **T** Diferencial eje trasero.

## ELEMENTOS

**610.** Los elementos del **sistema de transmisión** de un vehículo **con motor delantero y propulsión** son:

- **EMBRAGUE.**
- **CAJA DE VELOCIDADES.**
- **ARBOL DE TRANSMISION.**
- **MECANISMO CONICO-DIFERENCIAL (GRUPO DIFERENCIAL).**
- **JUNTAS.**
- **SEMIARBOLES DE TRANSMISION (PALIERES).**

## EMBRAGUE

**611.** La misión del embrague es **acoplar** (pedal de embrague sin pisar-embragado) o **desacoplar** (pedal de embrague pisado-desembragado) **el motor del resto de la transmisión** (el cigüeñal del eje primario de la caja de velocidades) y con ello **transmitir el movimiento del motor** (giro del volante motor del cigüeñal) al **sistema de transmisión** a voluntad del conductor.

Se sitúa entre el volante motor o prolongación del cigüeñal y la caja de velocidades.

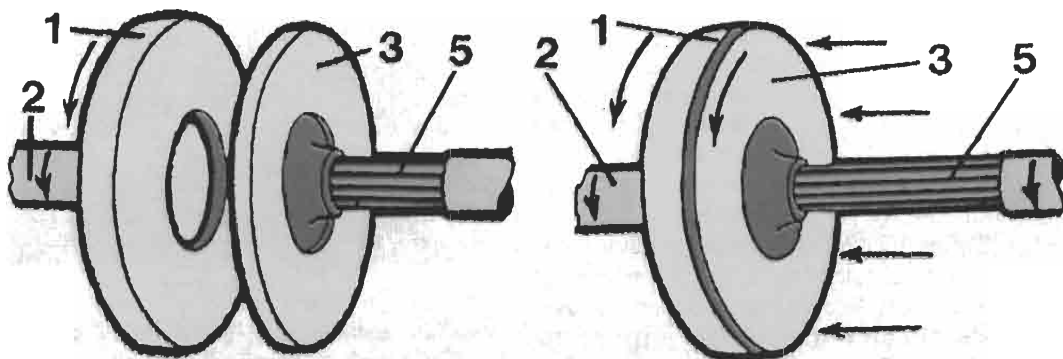
Existen gran variedad de embragues, destacándose los siguientes:

- **DE FRICCION O DISCO.**
- **HIDRAULICO.**
- **ELECTROMAGNETICO.**

## EMBRAGUE DE FRICCION O DISCO

### FUNCIONAMIENTO

**612.** El funcionamiento del **embrague de fricción** se basa en el siguiente principio:



Principio de un embrague de fricción o disco

A un **disco (1)** unido rigidamente a un **eje (2)** que gira movido por el motor, se coloca, paralelamente, un **disco (3)**, montado sobre el **eje (5)**, que está lineado con el **eje (2)**. El **disco (3)** está montado de forma tal que no pueda girar independientemente del **eje (5)** pero puede deslizarse a lo largo del mismo. Cuando los discos se hallan separados (figura de la izquierda), no se transmitirá el movimiento, pero si se desliza el **disco (3)** hasta entrar en contacto con el **disco (1)** y se aprieta fuertemente contra este disco, el **disco (1)** arrastrará por rozamiento al **disco (3)**, y éste obligará al **eje (5)** a ponerse en movimiento, lográndose la transmisión del movimiento del **eje (2)** al **eje (5)**.

En los embragues de fricción el **disco (1)** se denomina **plato conductor** y suele ser, mayoritariamente, el mismo volante de inercia (volante motor), que va unido al cigüeñal. Al **disco (3)** se le denomina **plato conducido** y es de acero recubierto de un material de alto coeficiente de rozamiento. El elemento que aprieta el **plato conducido** contra el **plato conductor** se llama **plato de presión** que es empujado por muelles o un diafragma.

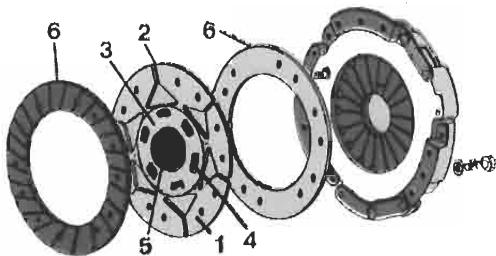
### ELEMENTOS DE UN EMBRAGUE DE FRICCION

**613.** Existen una serie de elementos comunes a todos los **embragues de fricción**, como son:

- **DISCO O PLATO CONDUCTOR** (GENERALMENTE EL VOLANTE MOTOR).
- **DISCO O PLATO CONDUcido DE EMBRAGUE.**
- **PLATO DE PRESION (MUELLES O DIAFRAGMA).**
- **CUBIERTA.**
- **MECANISMO DE PRESION.**
- **SISTEMA DE MANDO.**

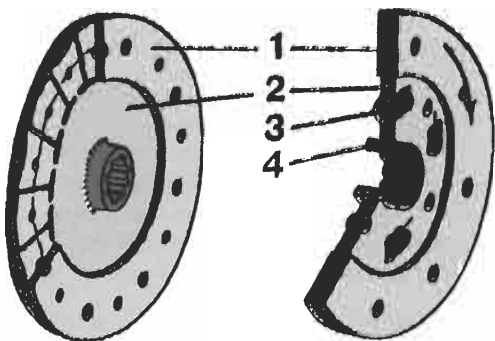
**614. - DISCO CONDUCIDO DE EMBRAGUE:**

Está constituido por **un disco** de acero **unido a un cubo** estriado (situado en su interior) mediante unos **muelles** (resortes) helicoidales en los que se logra una **unión elástica o acoplamiento progresivo**, amortiguando la inercia de contacto y evitando que los cambios bruscos de esfuerzo se transmitan a los engranajes de la caja de velocidades.



Disco de embrague

**1** Disco de acero. **2** Cortes radiales. **3** Plato interior. **4** Muelle helicoidal. **5** Cubo estriado. **6** Guarnición.



Elementos de un disco de embrague

**1** Guarnición. **2** Corona del disco. **3** Muelles. **4** Cubo.

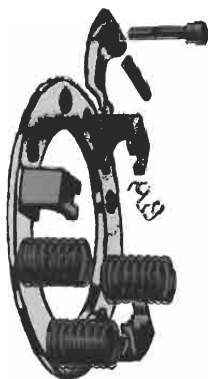
tamente proporcional a la potencia a transmitir.

- 615.** En el **centro del disco conducido se encuentra el cubo estriado** que sirve para unir el **disco** con el **árbol o eje primario** de la caja de velocidades. **Sobre el disco**, y a ambas caras, se sitúan unas **guarniciones** de material fibroso de **alto coeficiente de rozamiento** resistente al calor y al desgaste (amianto, conocido como ferodo), aunque actualmente se sustituye por guarniciones metálicas).

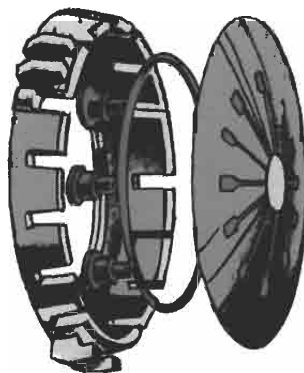
El diámetro del disco de embrague es direc-

- 616. - PLATO DE PRESION:** Es la **pieza** que va **montada entre el disco conducido de embrague y la cubierta** o carcasa del **embrague**. Está fabricado en acero y se encuentra unido a la carcasa elásticamente para que pueda desplazarse axialmente a ella.

Mediante un **mecanismo de presión** (muelles o diafragmas y palancas de presión) el **plato de presión** hace que el **disco de embrague** quede **oprimido entre el volante** de inercia o **disco conductor** y el propio plato de presión, transmitiendo el esfuerzo de giro del motor.



Con muelles



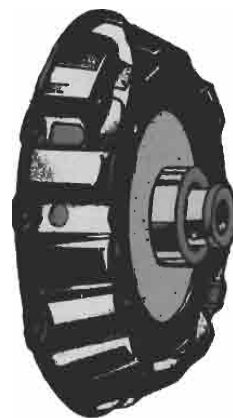
Con diafragma

Platos de presión

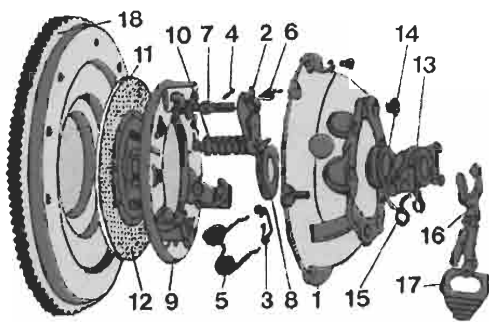


**617. - CUBIERTA (CARCASA):** Es la **pieza que cierra el conjunto** del embrague exteriormente. Protege, aloja y sujeta los mecanismos de presión y accionamiento. Está fijada al volante de inercia mediante tornillos.

**618. - MECANISMOS DE PRESION:** En cada tipo de embrague son diferentes. Se encargan de **presionar el plato de presión contra el disco de fricción**, de manera que quede oprimido, para que éste gire solidario con el volante de inercia.

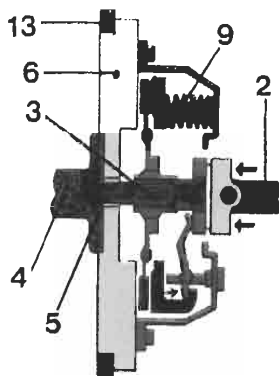


Cubierta o carcasa de embrague



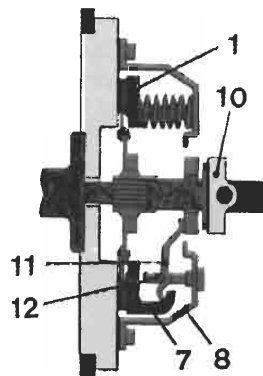
Embrague de muelles

1 Carcasa. 2 Patilla de desembrague. 3 Muelle de fijación. 4 Bulón. 5 Muelle. 6 Placa de apoyo. 7 Espárragos de reglaje. 8 Placa de apoyo collarín. 9 Plato de presión. 10 Muelle plato presión. 11 Conjunto de disco embrague. 12 Forro. 13 Collarín. 14 Rodamiento. 15 Muelle de retención. 16 Palanca accionadora. 17 Fuelle guardapolvo. 18 Volante.



Desembragado

Funcionamiento de un embrague de muelles

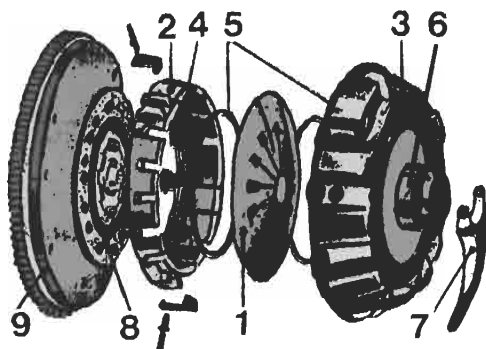


Embragado

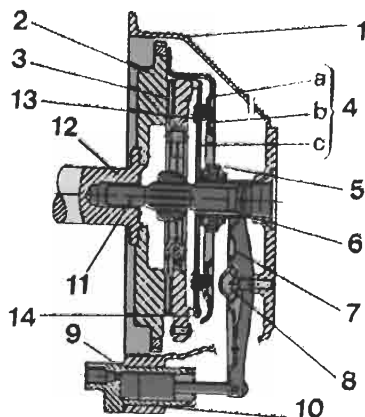
1 Disco de embrague. 2 Eje primario caja velocidades. 3 Casquillo estriado. 4 Cigüeñal. 5 Casquillo de bronce. 6 Volante de inercia. 7 Plato de presión. 8 Carcasa. 9 Muelles. 10 Collarín. 11 Patillas. 12 Articulación. 13 Dientes de la corona dentada del volante de inercia.

Algunos tipos de embrague, en vez de llevar una serie de muelles en la periferia, llevan un muelle central.

**621. - Embrague de diafragma:** Es el **más utilizado en la actualidad** en los turismos. Los muelles se sustituyen por un diafragma elástico que hace la misma función que ellos. Este diafragma tiene forma cónica y presenta unos cortes radiales.



1 Diafragma elástico. 2 Plato de presión. 3 Carcasa. 4 Perno de fijación diafragma. 5 Anillos de apoyo. 6 Collarín. 7 Palanca accionadora. 8 Disco embrague. 9 Volante.



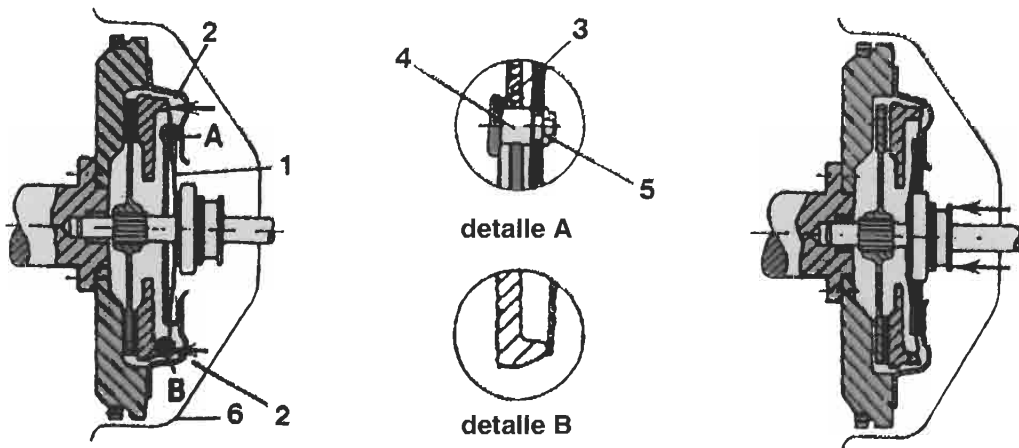
1 Carcasa. 2 Volante motor. 3 Disco embrague. 4 Mecanismo presión a) plato, b) carcasa y c) diafragma. 5 Tope de bolas. 6 Casquillo guía. 7 Horquilla desembrague. 8 Rótula. 9 Cilindro accionamiento. 10 Circlip. 11 Arbol primario. 12 Cigüeñal motor. 13 Pernos de fijación. 14 Resorte de retorno.

Despiece del embrague de diafragma

## FUNCIONAMIENTO:

**622. - Embragado:** Como en reposo el diafragma es cónico hacia la derecha, ejerce presión sobre el plato de presión y éste sobre el disco.

- **Desembragado:** Al pisar el pedal de embrague, se desplaza el collarín hacia el interior, invirtiendo la conicidad del diafragma arrastrando al plato de presión y separando el disco del volante de inercia.



Funcionamiento de un embrague de diafragma

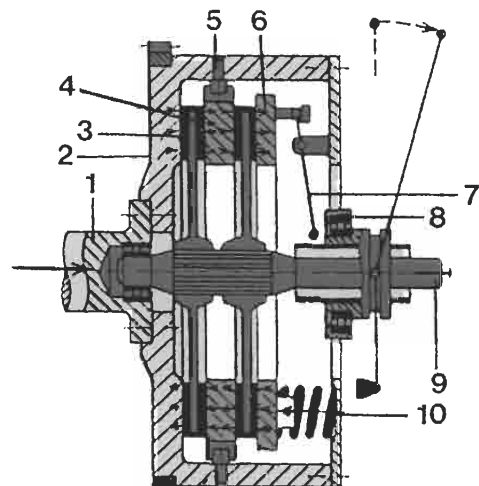
1 Muelle del diafragma. 2 Presión del diafragma. 3 Anillos basculantes. 4 Perno de fijación. 5 Remache de retención de los aros flotantes. 6 Carcasa.

## EMBRAGUES DE FRICCION MULTIDISCO

### 623. - EMBRAGUE SECO

Utilizado cuando el tamaño del volante de inercia es muy grande y el embrague ha de transmitir un par motor muy elevado.

Lleva un disco intermedio (de arrastre) que se puede desplazar axialmente y transmite el esfuerzo de presión uniformemente sobre ambos discos de embrague.



Embrague seco de dos discos

1 Cigüeñal. 2 Volante del motor. 3 Disco conducido. 4 Disco de arrastre. 5 Gatillo. 6 Placa de presión. 7 Palanca de retroceso. 8 Cojinete de retroceso. 9 Eje de cambio de velocidades. 10 Muelle de presión.

## EMBRAGUES AUTOMATICOS

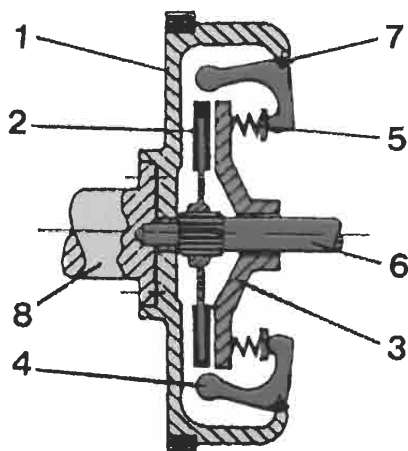
624. Muy cómodos (no se precisa accionar el pedal) ya que los acoplamientos automáticos efectúan el proceso en el arranque y en los cambios de marcha por sí mismos. Los más empleados son los que funcionan por medios mecánicos y pueden ser:

- **DE CONTRAPESOS:** No lleva ni collarín ni mando de accionamiento. Funciona mediante unos **contrapesos** mandados por la **fuerza centrífuga** del giro del motor, cuando el **cigüeñal alcanza** unas determinadas **revoluciones** por minuto.

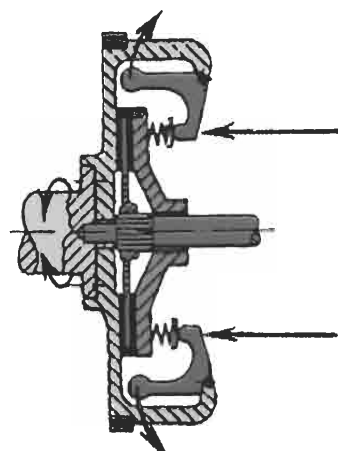
## FUNCIONAMIENTO

625.- **Desembragado:** Cuando el motor está al ralentí, los contrapesos no ejercen presión sobre el plato de presión girando el disco libre.

- **Embragado:** Al aumentar el número de revoluciones por minuto del motor, la fuerza centrífuga desplaza a los contrapesos hacia la periferia, empujando al plato de presión contra el disco quedando embragado. El proceso es muy progresivo.



Desembragado



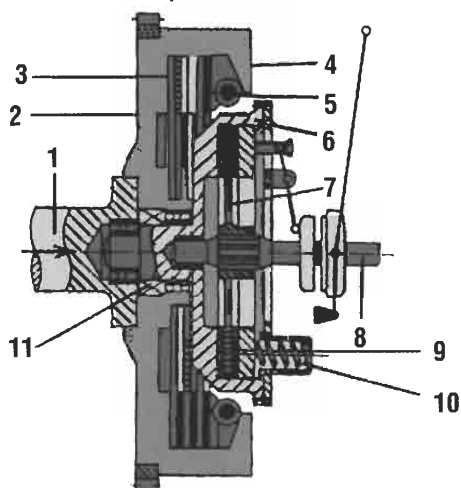
Embragado

Embrague centrífugo por contrapesos

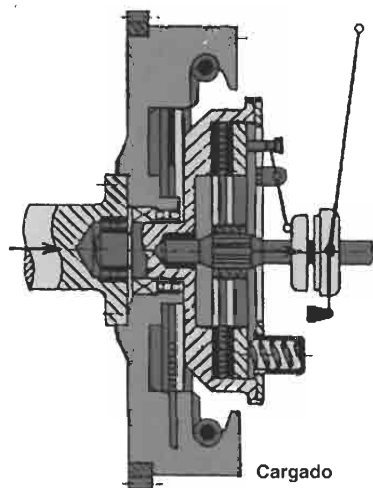
1 Volante. 2 Disco de embrague 3 Plato de presión. 4 Contrapesos. 5 Resorte. 6 Arbol primario. 7 Eje de giro. 8 Arbol del cigüeñal.

## 626. - DE RODILLOS Y CONO

Este embrague posee en la periferia varios rodillos accionados por la **fuerza centrífuga**, que son impelidos hacia unas 1.000 r.p.m. y presionan con ello un disco anular contra un disco de arrastre, y éste contra el disco de fricción.



Descargado



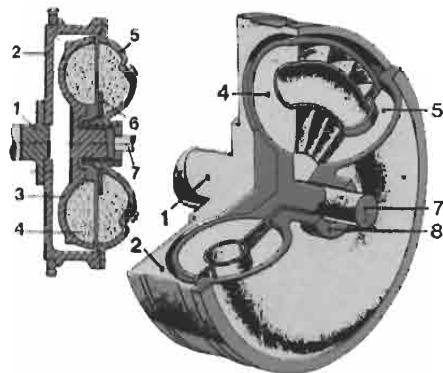
Cargado

Embrague automático centrífugo de rodillos y cono

1 Cigüeñal. 2 Volante del motor. 3 Disco de arrastre. 4 Disco anular. 5 Peso centrífugo. 6 Caja de accionamiento. 7 Disco conducido. 8 Eje del cambio. 9 Muelle del plato. 10 Muelle de presión. 11 Marcha libre.

## EMBRAGUES HIDRAULICOS (TURBO-EMBRAGUE)

627. Se trata de un tipo de **embrague automático utilizándose en cajas de velocidades con cambio automático y semiautomático**. Para su funcionamiento emplea un **fluido**, generalmente **aceite**, y se basa en la transmisión de energía de unos **álabes (bomba impulsora)**, unidos al volante del cigüeñal (volante motor), a otros **álabes (turbina o rotor o bomba conducida)**, unidos al eje primario de la caja de velocidades.



Embrague hidráulico automático

1 Cigüeñal. 2 Volante. 3 Turbina o rotor conducido. 4 Alabes. 5 Bomba o rotor conductor (impulsor). 6 Deflector. 7 Arbol primario caja velocidades. 8 Retén de engrase.

**628.** Este embrague presenta una serie de **inconvenientes** como son:

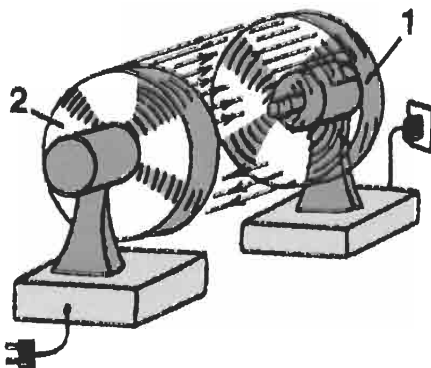
- **No se puede emplear una caja de velocidades con cambio manual de toma constante**, salvo que se utilice un embrague auxiliar que desacople la caja de velocidades en el momento del cambio de velocidad.
- **Se han de emplear cajas de velocidades con cambio automático.**
- **Mayor consumo de carburante.**
- **Mayor coste.**

Sin embargo presenta **grandes ventajas** como son:

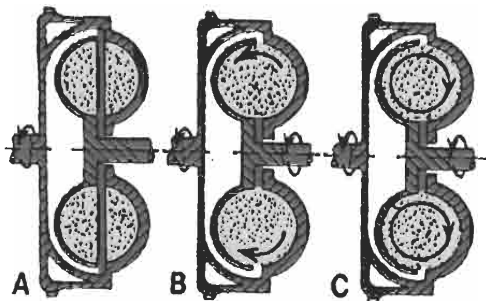
- **Arranque y funcionamiento muy suave.**
- **Bajo mantenimiento** (siempre se debe seguir el recomendado por el fabricante).
- **Apropiado para usarse en ciudad.**
- **El motor no se cala.**

## FUNDAMENTO

**629.** El fundamento del embrague hidráulico se basa en el siguiente principio: Si un ventilador que gira se enfrenta a otro que está parado, la corriente de aire que produce el primero hace que gire el segundo.



Fundamento del embrague hidráulico



Funcionamiento de un embrague hidráulico

Cuando el motor gira al **ralenti (A)** la energía cinética del aceite es pequeña y **no mueve la turbina** por lo que el movimiento no se transmite.

Al **aumentar el número de revoluciones del motor (B)**, el torbellino de aceite, **incide sobre los álabes** de la turbina haciéndola girar, **produciéndose un acoplamiento** progresivo.

Cuando el motor gira a muchas revoluciones el acoplamiento es total sin existir resbalamiento relativo (apenas un 2%).

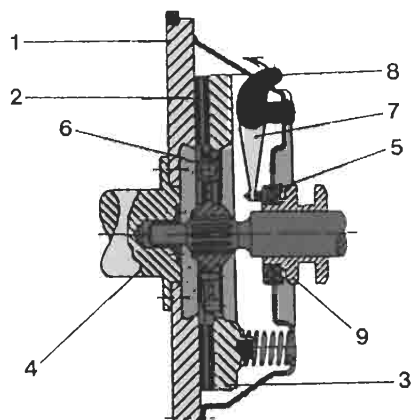
El embrague hidráulico o turbo-embrague requiere un aceite especial, debiéndose comprobar periódicamente su nivel, ajustándolo en su caso.

## ELEMENTOS

**630.** Al girar el motor, el aceite contenido en una carcasa estanca es impulsado por la **bomba** (rotor conductor o impulsor) proyectándose por su periferia (a través del deflector) hacia la **turbina** (bomba o rotor conducido), incidiendo en los **álabes** de la turbina paralelamente al eje.

## EMBRAGUES SEMIAUTOMATICOS

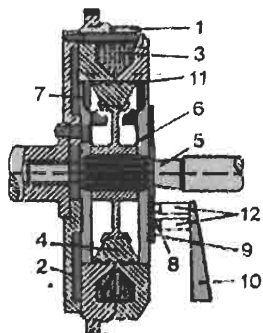
**631.** Se trata de un modelo intermedio. Emplea el **sistema centrífugo y el de presión** (muelles o diafragma). También lleva un collarín para su accionamiento mediante el pedal de embrague. Tiene el inconveniente de que para el desembrague se necesita realizar mayor esfuerzo sobre el collarín.



Embrague semiautomático centrífugo

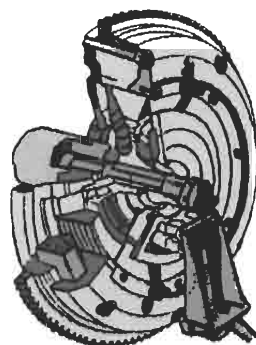
**1** Volante. **2** Disco de embrague. **3** Plato de presión. **4** Cigüeñal. **5** Rodamiento tope. **6** Resorte amortiguador. **7** Dedo de desembrague. **8** Contrapeso. **9** Collarín.

## EMBRAGUE ELECTROMAGNETICO



Embrague electromagnético

**1** Corona circular magnética. **2** Volante de inercia. **3** Bobina. **4** Armadura. **5** Arbol primario. **6** Casquillo de arrastre. **7** Chapas delectoras. **8** Anillos rozantes. **9** Corona aislante. **10** Porta-escobillas.



conjunto seccionado

## FUNCIONAMIENTO

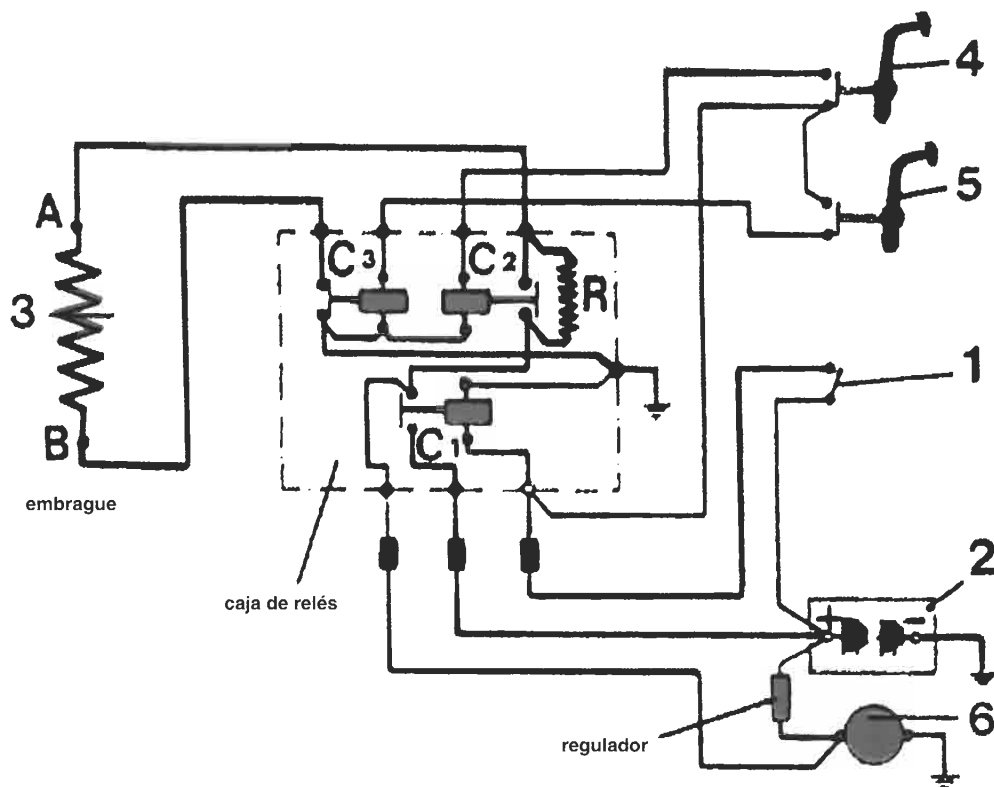
**632.** Al cerrarse el interruptor de encendido la corriente procedente de la batería acciona **(C1)** pasando la corriente principal a través de la **resistencia (R)** a la bobina por la **escobilla (A)**, retornando la corriente por la **escobilla (B)** a través del contacto del relé a masa.

Al ralentí, la corriente que pasa a través de la bobina de embrague es pequeña, ya que es reducida por la resistencia **(R)**. El campo magnético creado en el núcleo es insuficiente para atraer con fuerza a la armadura.

Al pisar el pedal acelerador se conecta el **relé (2)** que anula la **resistencia (R)**, con lo cual toda la corriente procedente de la batería pasa a la bobina. El campo magnético en el núcleo es grande, haciéndose solidaria la corona con la armadura, transmitiéndose el movimiento del volante de inercia al eje primario de la caja de velocidades.

Para desembragar, basta con pisar el pedal de embrague, que acciona el **relé (3)** interrumpiendo totalmente el paso de la corriente a la bobina, con lo que se impide la transmisión del movimiento a la caja de velocidades.

Este embrague presenta las ventajas de que no tiene elementos que sufran desgaste (ausencia de rozamientos), vida útil muy alta, no tiene regulación y es muy suave.



Funcionamiento de un embrague electromagnético

1 Interruptor de encendido. 2 Batería. 3 Bobina. 4 Pedal acelerador. 5 Pedal embrague. 6 Generador.

## SISTEMAS

### SISTEMAS DE MANDO DE LOS EMBRAGUES

**633.** Los **embragues que no son automáticos**, es decir, aquellos que son accionados mediante un pedal situado a los pies del conductor, pueden tener **tres sistemas** de mando:

- **Mecánico.**
- **Hidráulico.**
- **Neumático.**
- **Electrónico (pilotado).**

Los sistemas de mando son independientes del tipo de embrague, ya que solo sirven para su accionamiento.

#### SISTEMA DE MANDO MECANICO

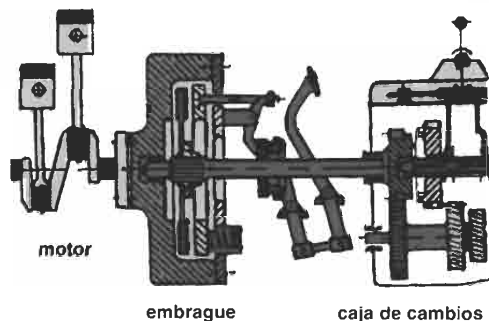
**634.** Empleado en la mayoría de los pequeños y medianos turismos por su simplicidad y bajo coste. Consiste en un sistema con cables o varillas que transmite la fuerza ejercida en el **pedal de embrague** al collarín que está montado en el árbol primario de la caja de velocidades consiguiéndose con él el desplazamiento de las patillas o del diafragma para desacoplar el disco de embrague.

Con el **pedal** de embrague **en reposo** (sin pisar) el motor está **embragado**.

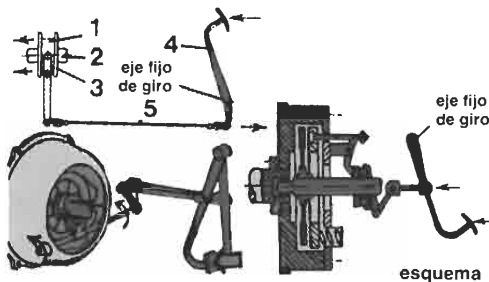
Con el **pedal** de embrague **accionado** (pisa) el motor está **desembragado**.

#### FUNCIONAMIENTO

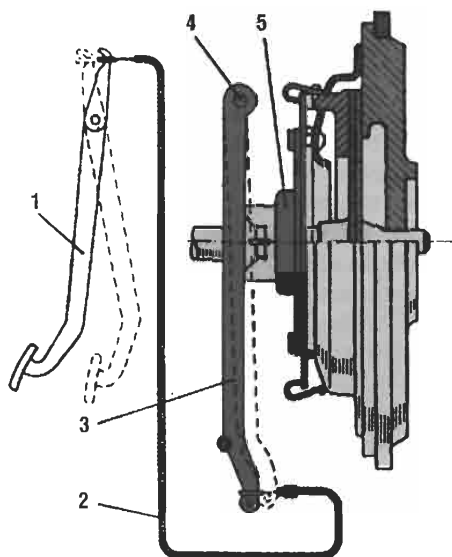
**635.** En el extremo del **pedal de accionamiento** (1) se encuentra **sujeto** un **cable** (2) por medio del cual se puede **accionar** la **palanca de arrastre** (3) que **pivota** sobre el **punto** (4) presionando sobre el **collarín de arrastre** (5), consiguiendo la inversión de la posición del muelle de diafragma con lo que el **embrague queda desacoplado** tanto tiempo como se mantenga el **pedal de accionamiento** (1) **oprimido**.



Posición del mecanismo de embrague



Sistema de accionamiento mecánico del embrague.  
1 Collarín o cojinete de empuje. 2 Árbol primario. 3 Palanca de desembrague. 4 Palanca de accionamiento. 5 Cable para la transmisión del esfuerzo.



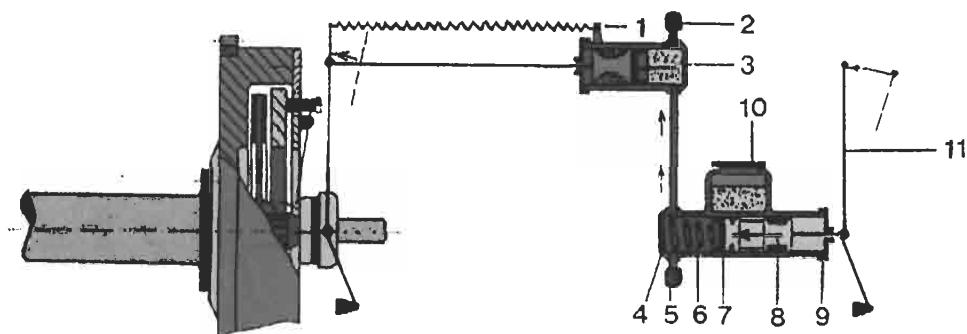
Embrague de diafragma con accionamiento mecánico por cable. 1 Pedal de accionamiento. 2 Cable. 3 Palanca de empuje. 4 Punto fijo de basculación de la palanca. 5 Collarín de arrastre.



## SISTEMA DE MANDO HIDRAULICO

**636.** Cuando el **embrague está alejado del pedal** de embrague y/o el esfuerzo a realizar sobre el pedal es considerable (muelles de presión muy rígidos), en vez de utilizar un sistema de mando mecánico (cables o varillas), se emplea un **sistema de mando hidráulico** cuya instalación es más fácil de llevar a cualquier punto, no tiene pérdidas y el esfuerzo sobre el pedal es mucho menor.

En la **transmisión hidráulica** del esfuerzo, la presión de la palanca acciona un émbolo cuyo desplazamiento es transmitido por **medio de un líquido** a otro émbolo sobre la palanca de desembrague.



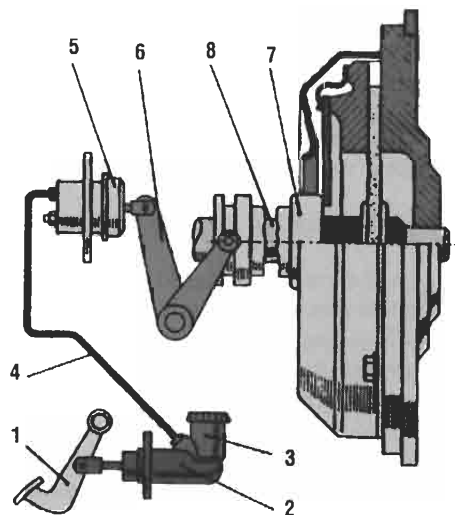
Sistema de accionamiento hidráulico

1 Muelle de recuperación. 2 Válvula de ventilación. 3 Cilindro receptor. 4 Cilindro dador. 5 Válvula ventilación. 6 Muelle de recuperación. 7 Manguito. 8 Embolo. 9 Cierre protector. 10 Depósito nodriza. 11 Palanca de pie.

## FUNCIONAMIENTO

**637.** El **pedal (1)** acciona directamente sobre un **cilindro hidráulico principal (2)** en cuya parte superior **dispone** de un dispositivo de **líquido (3)**. Una **tubería (4)** manda la **presión** resultante a un **cilindro receptor (5)** desde el que se **acciona** directamente la **palanca de arrastre (6)**, desplazando al **collarín de arrastre (7)** empujado por el **manguito (8)**, invirtiendo la posición del muelle de diafragma **liberándose la presión** de los platos sobre el disco de **embrague**.

**Cuando se suelta el pedal (1)** cesa la **presión** en el **cilindro principal (2)** y gracias a un muelle **vuelve** a quedar el conjunto en **posición de acoplamiento**.

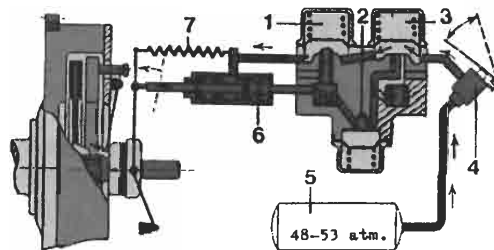


Embrague de diafragma con accionamiento hidráulico. 1 Pedal de accionamiento. 2 Cilindro principal o emisor. 3 Depósito de líquido hidráulico. 4 Manguito de paso de la presión hidráulica. 5 Cilindro receptor o esclavo 6 Palanca de empuje. 7 Collarín de arrastre. 8 Manguito.

## SISTEMA DE MANDO NEUMATICO

**638.** Igual que el sistema hidráulico, éste **se emplea** también en los **embragues alejados del pedal** de embrague y en aquellos en que el esfuerzo a realizar es considerable por transmitir un par grande.

En la **transmisión neumática** del esfuerzo, el proceso de embragado y desembragado es **accionado por válvulas**. En el **desembragado** el aire a presión **fluye a través de la válvula** de mando al cilindro de acoplamiento. El émbolo actúa con una presión determinada (3,5 a 4 bares) sobre la palanca de desembrague.



Sistema de accionamiento neumático  
**1** Embolo de la válvula. **2** Válvula de mando. **3** Conducto de la válvula. **4** Válvula de embrague. **5** Depósito de aire comprimido. **6** Cilindro de embrague. **7** Muelle de recuperación.

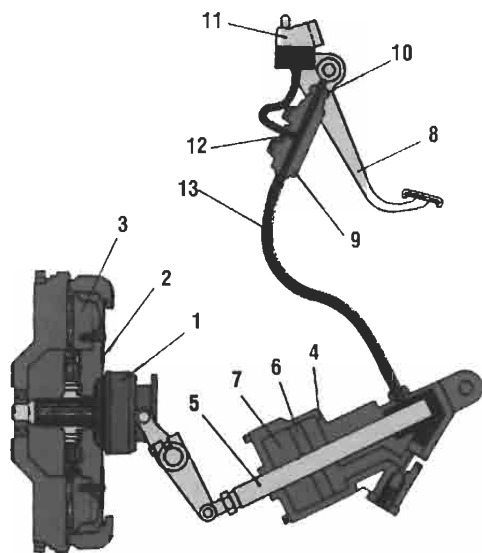
En el **embragado** se **interrumpe el paso del aire** comprimido del depósito y **se abre la válvula de evacuación** del aire. Los muelles accionan entonces el disco de presión y retrotraen simultáneamente el émbolo a su posición inicial.

## FUNCIONAMIENTO

**639.** El **control del cojinete de empuje (1)** se realiza **a través** de un **cilindro de accionamiento (4)** el cual dispone de una **varilla de empuje (5)** que lleva solidario un **émbolo (6)** que puede desplazarse a lo largo del **cilindro (7)**.

El **pedal de embrague (8)** dispone de un **cilindro hidráulico (9)** con un pequeño **émbolo (10)** en su interior que **se desplaza** al mismo tiempo que lo hace el **pedal (8)**.

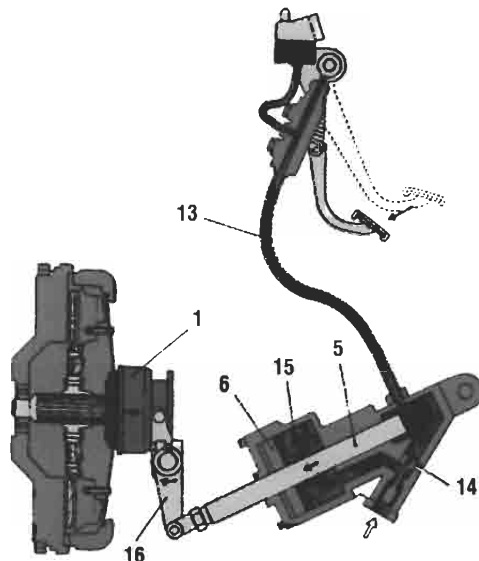
Cuando este **émbolo sobrepasa el orificio** de entrada del líquido procedente del **depósito (11)** justo en el **punto (12)**, el resto del **circuito (13)** queda sometido a la presión hidráulica y el **desplazamiento** de la **varilla de empuje (5)** se produce enérgicamente aunque con suavidad y con poco esfuerzo por parte del conductor.



Constitución de un equipo de servoembrague por la colaboración de un sistema hidráulico unido a otro neumático  
**1** Cojinete de empuje o desembrague. **2** Muelle de diafragma. **3** Disco de presión. **4** Cilindro de accionamiento. **5** Varilla de accionamiento. **6** Embolo de empuje. **7** Cilindro. **8** Pedal del embrague. **9** Cilindro maestro. **10** Embolo del cilindro maestro. **11** Depósito de líquido. **12** Orificio de entrada del líquido. **13** Conducto hidráulico.

**640.** Una vez el **pedal (8)** ha sido **oprimido** y se establece **presión hidráulica** en el **circuito (13)**, a la vez que se presiona sobre el extremo de la **varilla de empuje (5)**, la presión hidráulica **desplaza** y abre la **válvula de mando (14)**, abriendo un **circuito** para que pueda **penetrar aire comprimido** en el interior de la **cámara (15)**, en cuyo instante ayuda a **desplazar** la posición del **émbolo (6)** hasta el fondo de su carrera, de modo que el accionamiento del pedal del embrague resulte suave y con poco esfuerzo.

El juego de **palancas (16)** permite el **desplazamiento** del **conjunto de empuje (1)** y con ello el muelle del diafragma se retira y el **disco de freno independiza** el giro del plato conductor del giro del **plato de presión**. **Ahora el embrague está desembragado.**



Segunda fase del funcionamiento del servoembrague anterior  
**1** Cojinete de empuje o desembrague. **5** Varilla de accionamiento. **6** Émbolo de empuje. **13** Conducto hidráulico. **14** Válvula de mando del aire comprimido. **15** Cámara superior del cilindro. **16** Palanca de accionamiento del eje de desembrague.

## SISTEMA DE MANDO ELECTRONICO

**641.** El **sistema de mando electrónico** (piloto-do) se trata de un **mando** donde, se **transmiten** una serie de **órdenes** eléctricas a un **módulo electrónico**, donde son **traducidas y convertidas** en **señales de conexión**.

## MANTENIMIENTO Y PREVENCION DE AVERIAS DEL EMBRAGUE

### MANTENIMIENTO

**642.** Durante el funcionamiento y periódicamente se debe controlar el recorrido nulo o de seguridad del pedal de apenas resistencia (de 2 a 3 cm.).

Si no existe recorrido o es muy pequeño el collarín sufre un mayor desgaste y puede patinar el disco.

Si el recorrido es excesivo, no se puede desembragar por completo.

El disco no para y las velocidades rascan.

Los camiones, generalmente, llevan dispositivos de reglaje de este recorrido.

En los embragues de mando hidráulico se debe controlar el nivel de líquido, fugas de la bomba o bombín.

Se debe comprobar si el disco patina cuando se exija un mayor esfuerzo al motor, éste aumenta de revoluciones en mayor proporción que la velocidad del vehículo. Si puesta una velocidad el motor aumenta de revoluciones y las ruedas no giran al soltar el embrague, puede que éste patine.

Se debe observar la dureza del pedal o trepidaciones en el embragado.

**643.** El **mantenimiento del embrague** debe encaminarse:

- **Al ajuste del recorrido nulo del pedal.**

- **Al engrase del mando**, cable o apoyos del eje de la horquilla.

No se debe hacer patinar el disco haciendo el medio embrague.

Evitar arrancadas bruscas.

No mantenerlo desembragado en las detenciones.

No apoyar el pie sobre el pedal sin necesidad.

## PREVENCION DE AVERIAS

644.

| DEFECTO  | CAUSA   | ¿QUE HACER?  |
|--|---|--|
| <b>El embrague patina.<br/>(Con una marcha metida el motor aumenta de revoluciones, pero las ruedas motrices no giran al soltar el embrague)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tope de la palanca de desembrague desajustado (cable de mando excesivamente tensado).</li> <li>• El pedal no retorna debido a rotura del muelle de retroceso.</li> <li>• Forros del disco impregnados de aceite debido a posibles fugas a través de la caja de velocidades (eje primario) o del retén del cigüeñal.</li> <li>• Forros del disco gastados o quemados.</li> <li>• Muelle de diafragma roto.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuar ajuste de la palanca dejando la holgura recomendada.</li> <li>• Sustituir el muelle o engrasar.</li> <li>• Sustituir el disco y poner nuevo retén.</li> <li>• Sustituir disco.</li> <li>• Sustituir conjunto.</li> </ul> |
| <b>Al embragar suavemente, el vehículo da saltos.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algún soporte del bloque motor está flojo o roto.</li> <li>• Palanca de desembrague mal regulada.</li> <li>• Plato torcido.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensar o reponer resortes.</li> <li>• Regular palanca.</li> <li>• Ajustar o cambiar.</li> </ul>   |
| <b>El desembrague es incompleto.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demasiada holgura en el pedal o varillas de mando.</li> <li>• Disco pegado.</li> <li>• Volante o plato oxidado.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar.</li> <li>• Ajustar.</li> <li>• Desmontar y reparar.</li> </ul>   |
| <b>El embrague chilla.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cojinetes de desembrague secos o desgastados.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituirlos.</li> </ul>  |
| <b>El embrague trepida.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plato de fricción desgastado.</li> <li>• Fugas por el plato de fricción.</li> <li>• Embrague deformado.</li> <li>• Rigidez en todo el mecanismo.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir plato.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Sustituir conjunto.</li> <li>• Lubricar y reparar.</li> </ul>   |
| <b>El pedal del embrague falla.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable embrague roto.</li> <li>• Puntos de soporte rotos.</li> <li>• Fugas sistema hidráulico.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar cable.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar fugas.</li> </ul>   |

## CAJA DE VELOCIDADES (CAJA DE CAMBIOS)

### MISSION

**645.** 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, actuando, además, **como convertidor par**, aumentándolo o disminuyéndolo. (Véase art. 674).

Para ello, se dispone en el interior de la caja de velocidades de una serie de ejes y engranajes (ruedas dentadas o piñones).

La **caja de velocidades** intercalada, generalmente, entre el cigüeñal y el árbol de transmisión, **aumenta o disminuye las revoluciones del motor respecto al árbol de transmisión**, salvo en la velocidad directa.

### ELEMENTOS

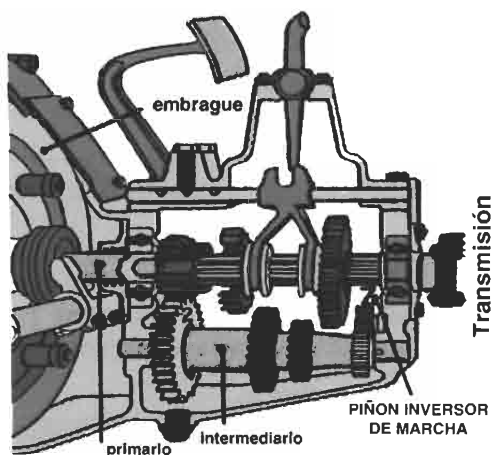
**646.** Los principales elementos de la caja de velocidades utilizada en los turismos son:

- **Eje primario.**
- **Eje intermediario.**
- **Eje secundario.**
- **Piñón inversor** (marcha atrás).
- **Palanca de mandos.**

## EJE PRIMARIO

**647.** Por este eje llega a la caja de velocidades el giro del motor a través del embrague.

Su extremo exterior es estriado y va **engarzado** en las estrías del **disco conducido** del embrague y el otro extremo termina en un piñón fijo con dientes **helicoidales** para la **transmisión directa del giro del cigüeñal al árbol de transmisión** (a través del eje secundario). Con el motor **desembragado** no se transmite **movimiento** al **eje primario** por lo que **no gira ningún eje** de la caja de velocidades.



Eje intermediario

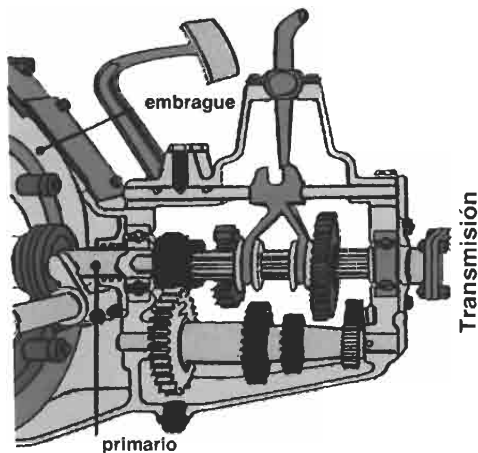
El eje intermediario engrana siempre con el eje primario y por selección con el secundario. El intermediario siempre gira en sentido contrario al primario y árbol motor.

## EJE SECUNDARIO

**649.** Es el eje a través del cual **sale de la caja de velocidades al árbol de transmisión el giro del motor** (cigüeñal), llegando a la misma a través del **eje primario**.

Este eje va apoyado por su parte anterior sobre el **eje primario** y por el otro extremo a la carcasa de la caja de velocidades, enlazando con el **árbol de transmisión** a través de una junta flexible.

El eje secundario va estriado en toda su longitud, excepto en los apoyos de giro, para que puedan **desplazarse** sobre él los **piñones móviles** de distinto número de dientes que sirven para hacer la **selección** necesaria de las **velocidades** de marcha.

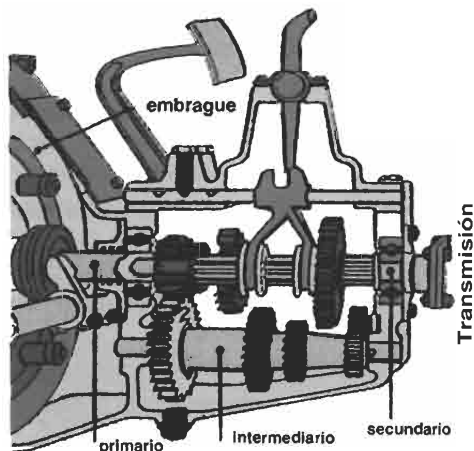


Eje primario

Está unido al árbol motor (cigüeñal) a través del embrague. Al pisar el embrague, el eje primario se desconecta del motor (cigüeñal) y no se transmite el movimiento a la caja de velocidades.

## EJE INTERMEDIARIO

**648.** Es un eje en el que van **fijos varios piñones**, el primero en **toma constante** con el piñón del **eje primario** y el último en toma constante con otro piñón, que va loco, **inversor de giro** (marcha atrás) (**Z**). Entre estos piñones en toma constante en el secundario, van **otros intermedios** en número igual al de velocidades hacia delante menos una, **la directa**, la cual **no necesita** la intervención del **eje intermediario**. Para la **quinta velocidad** (superdirecta) el movimiento se transmite a través del **eje secundario** y engranajes del **eje intermediario**, que siempre gira en **sentido contrario** al **eje primario y cigüeñal**.



Eje secundario

El eje secundario está unido al árbol de transmisión, cuyos engranajes son móviles, a través de la palanca de mandos.

- 650.** El **piñón desplazable** (móvil) **más próximo al piñón del eje primario engarza** (engrana) **con el eje primario**, para la **transmisión** (velocidad) **directa del giro del cigüeñal al árbol de transmisión sin desmultiplicación**. **Con velocidades hacia delante el eje secundario gira en el mismo sentido que el eje primario y el cigüeñal**. Con la **marcha atrás gira en sentido contrario**.

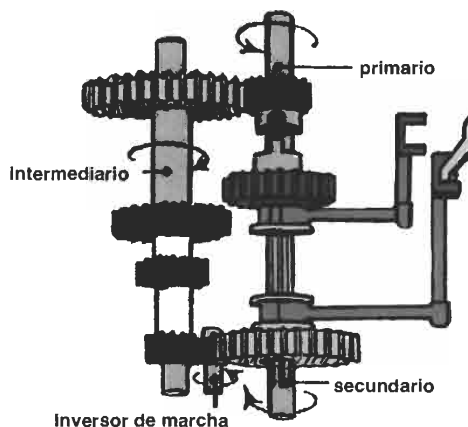
La **toma** de movimiento del **velocímetro** tiene lugar a la **salida del eje secundario** mediante un engranaje, generalmente, sin fin.

### PIÑÓN INVERSOR DE MARCHA O DE GIRO

- 651.** Es el piñón de poco diámetro que va en **toma constante con el piñón más pequeño del eje intermediario** y apoyado en su eje corto situado en la carcasa de la caja de velocidades. Se utiliza para **invertir el giro en el eje secundario** y, en consecuencia, en el **árbol de transmisión** al quedar intercalado entre uno del intermediario y otro del secundario.

**El piñón inversor de marcha gira en el mismo sentido que el eje primario y en sentido contrario al secundario e intermediario.**

La luz indicadora de marcha hacia atrás se enciende automáticamente al seleccionar la marcha atrás.



Piñón inversor de giro (marcha atrás)

### SINCRONIZADORES

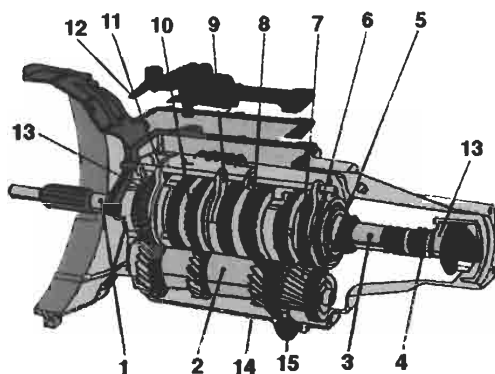
- 652.** Los **piñones helicoidales van montados sobre ejes paralelos** y están engranados en toma constante para cada par de transmisión, con la particularidad de que los **piñones del secundario giran locos** sobre el eje sin transmitirle movimiento hasta que mediante algún mecanismo se fijan eje y piñón. Esto se realiza mediante los desplazables, que son unas piezas que **giran solidarias sobre el eje secundario** y se pueden deslizar a lo largo del mismo además de poder fijarse al piñón correspondiente. Actualmente estos desplazables presentan una superficie cónica de acoplamiento y se llaman **SINCRONIZADORES**, pues realizan la operación progresiva y silenciosamente, **consiguiendo una sincronización entre la velocidad de giro del eje intermediario y la velocidad de giro del eje secundario**. El **desajuste o mal estado** de los **sincronizadores**, produce lo que se conoce como "**rascado**" al poner o cambiar de velocidades.

## CAJAS CON CAMBIO MANUAL

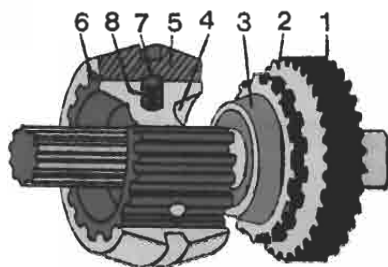
### CAJA DE VELOCIDADES CON TOMA CONSTANTE

- 653.** Son las **más utilizadas** en la actualidad para **vehículos de gran serie**. A diferencia de las de toma variable (ya no se emplean) presentan los **engranajes tallados con dientes helicoidales**, lo que permite que los piñones del eje intermediario y los del eje secundario estén siempre en contacto, siendo el **desgaste y el ruido menores** que con los piñones de diente recto (toma variable).

En el eje **conjunto primario-intermediario** sus **piñones** están **fijos en ambos ejes**. Sobre el eje **secundario** se montan los **piñones libres**, pero constantemente **engranados** con los del **eje intermediario**.

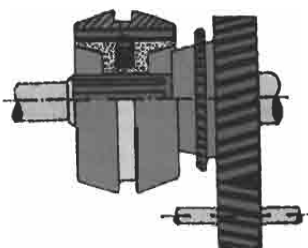


Caja de velocidades sincronizada de toma constante  
**1** Árbol motor o primario. **2** Árbol intermediario. **3** Árbol secundario (receptor). **4** Tornillo del contador de revoluciones. **5** Reenvío de marcha atrás. **6** Piñón de primera. **7** Piñón deslizable de primera/marcha atrás. **8** Piñón de segunda. **9** Sincronizador segunda/tercera. **10** Piñón de tercera. **11** Sincronizador de cuarta. **12** Tapa y mando de selección de marchas. **13** Cojinete de apoyo. **14** Carcasa. **15** Tornillo de vaciado de aceite.

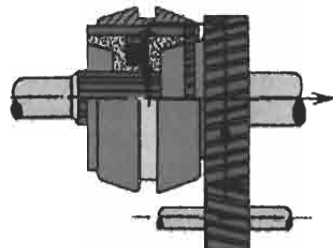


Sincronizador

1 Engranaje. 2 Dentado piñón de arrastre. 3 Cono de acoplamiento. 4 Cono interior del desplazable. 5 Desplazable. 6 Piñón interior. 7 Bola del fiador. 8 Muelle del fiador.



Desacoplado

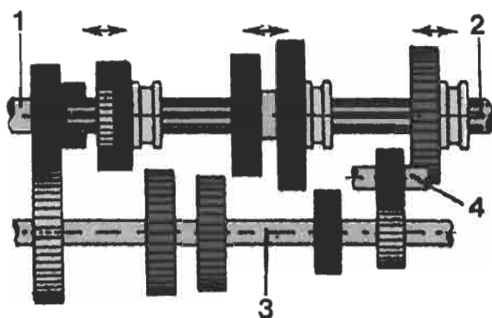


Posiciones del sincronizador

Acoplado

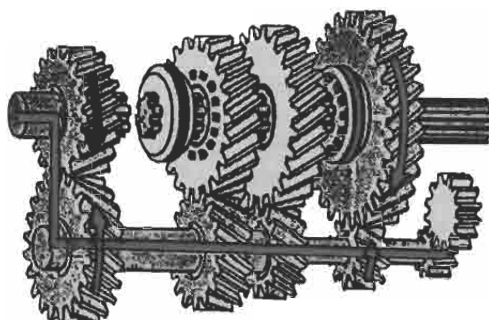
## ESQUEMAS DE VELOCIDADES

**654.** Seguidamente se representan los esquemas de las diferentes velocidades de una **caja de velocidades con 4 marchas y marcha atrás**, los cuales representan los desplazamientos en una caja de velocidades de toma variable, por ser más gráficos. En la realidad esos desplazamientos, producidos por la palanca de cambio, los harían los sincronizadores estando los piñones engranados constantemente, tal como se representa en las siguientes velocidades.



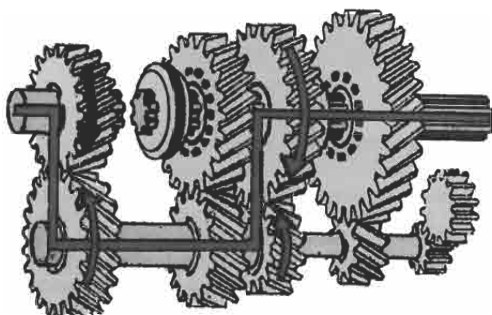
Caja de velocidades de toma variable

1 Arbol motor (primario). 2 Arbol receptor (secundario). 3 Arbol intermedio. 4 Piñón inversor de giro.

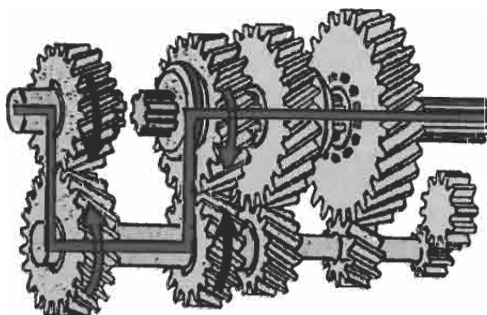


Primera velocidad. Toma constante

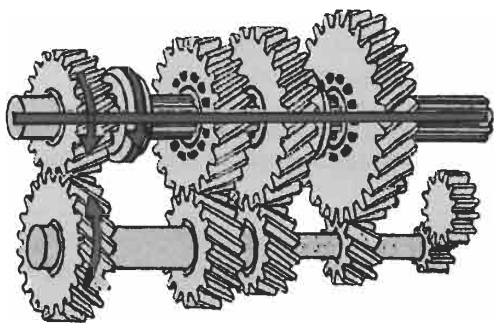
Es la que desarrolla mayor potencia, si bien es la más lenta.



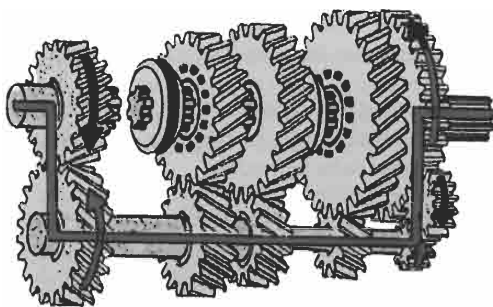
Segunda velocidad. Toma constante



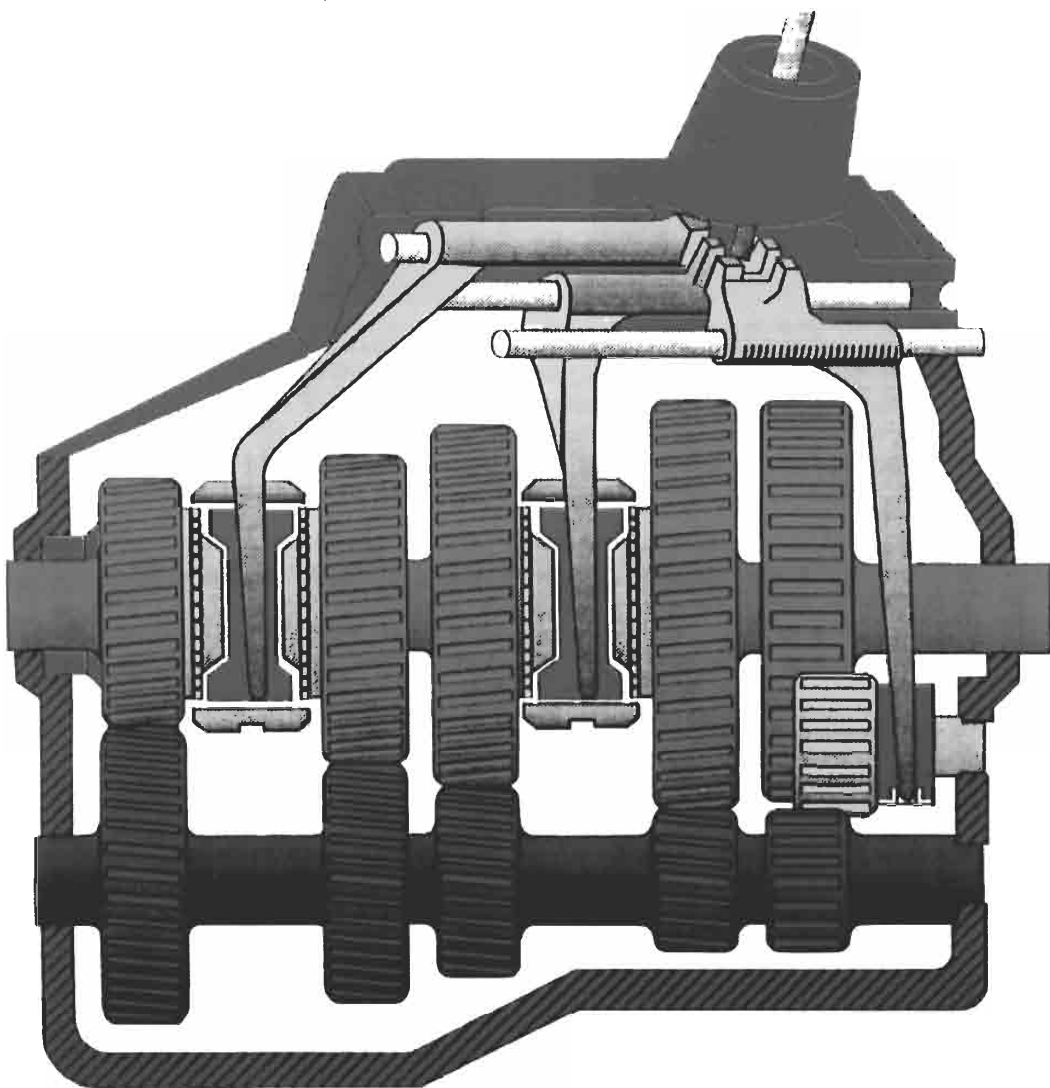
Tercera velocidad. Toma constante



Marcha directa. Toma constante. Enlace del eje primario con el secundario sin desmultiplicación.



Marcha atrás. Toma constante



Caja de velocidades de toma constante

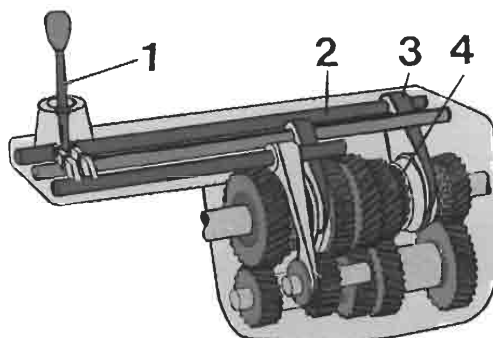


## PALANCA DE MANDOS

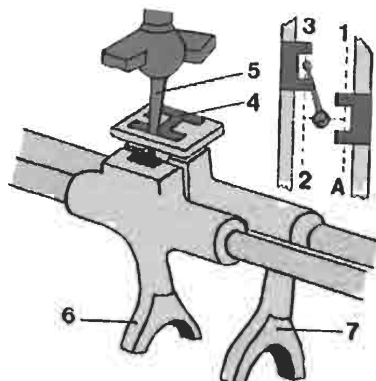
**655.** En las cajas de velocidades de **accionamiento manual**, se utiliza un sistema de **varillaje** para desplazar los sincronizadores (toma constante) o piñones (toma variable).

Al accionar la palanca, la varilla, correspondiente a la velocidad seleccionada, se desplaza. Lleva acopladas unas **horquillas** que abrazan los diferentes sincronizadores que se acoplarán a los piñones seleccionados.

Con la palanca de mando en "**punto muerto**" (sin ninguna velocidad puesta) los piñones del **eje secundario no engranan con ningún otro** que transmita fuerza, por lo que **no se transmite movimiento** a las ruedas motrices. **Giran el primario y el intermediario.**

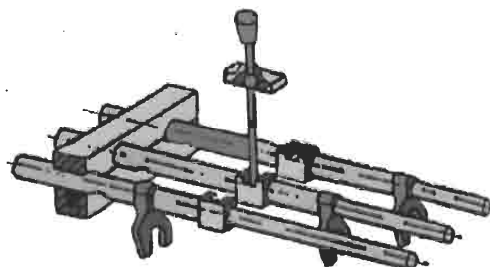
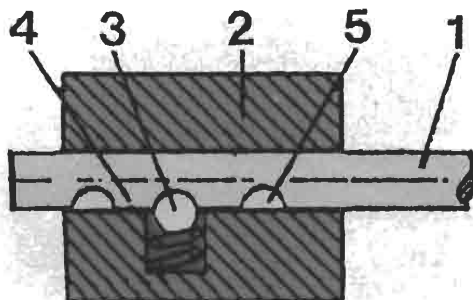


Mando de una caja de velocidades con cambio manual.  
1 Palanca de cambio. 2 Varillas. 3 Horquillas.  
4 Sincronizadores.



Mando de un cambio de 3 velocidades y marcha atrás  
A Posición de marcha atrás. 1 Posición 1ª velocidad. 2 Posición 2ª velocidad. 3 Posición 3ª velocidad. 4 Placa de guía. 5 Palanca de cambio. 6 Horquilla. 7 Horquilla.

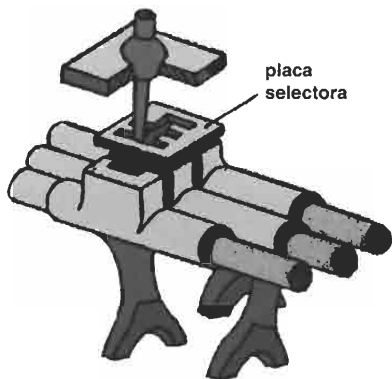
**656.** Para evitar que las velocidades puedan salirse y permanezcan fijas en el lugar seleccionado, se dispone de un mecanismo de retención de la horquilla o del eje de la horquilla, según sea aquella o éste el que se mueva.



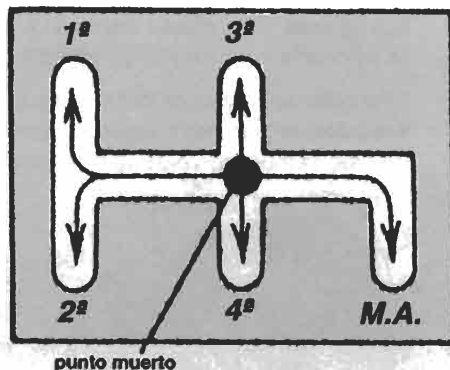
Mecanismo de retención  
1 Varilla. 2 Tapa. 3 Bolas de acero. 4 Muelle. 5 Escotaduras.

- 657.** Una bola de acero empujada por un muelle se aloja en un rebaje o escotadura practicada en el eje de la horquilla, inmovilizando la posición del eje hasta que un esfuerzo mayor obliga a la bola a salir de su alojamiento.

Para delimitar las posibles posiciones de la palanca de mando del cambio de velocidades, se dispone una **placa guía o selector**. Esta placa obliga a la palanca a realizar unos determinados recorridos para cada maniobra, estando dispuestos de tal manera estos recorridos, que es imposible engranar una velocidad sin desengranar la otra y sin pasar por la posición de **punto muerto**.



Mecanismo selector



Selector

## VELOCIMETRO

- 658.** La **señal** sobre una escala graduada en el **tablero** de mandos indica al conductor la **velocidad** a que circula el vehículo. Dicha **señal** (aguja o barra) **recibe movimiento** de un mecanismo situado a la **salida del eje secundario** de la caja de velocidades.

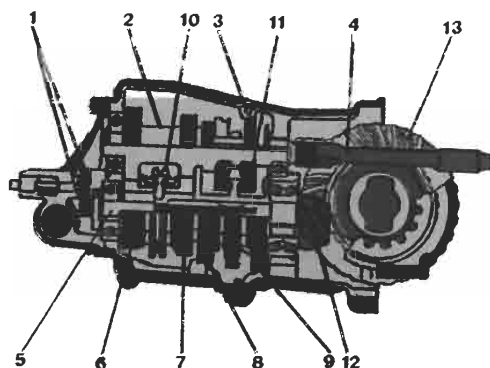
El **movimiento** hasta el tablero de mando **se transmite** por una **sirga** (cable) o por un **motor de pasos**.

## CAJA DE VELOCIDADES SIMPLIFICADA (TRACCION DIRECTA)

- 659.** Muy empleada en vehículos de tracción con motor delantero (tracción o transmisión directa) careciendo de árbol de transmisión.

La caja de velocidades **ataca directamente al grupo cónico diferencial careciendo de eje intermediario**, por lo que el movimiento se transmite **del eje primario al eje secundario mediante sincronizadores**.

En el **eje secundario va montado el piñón de ataque** del grupo cónico. Tienen una **marcha multiplicadora** de las revoluciones del motor (cigüeñal) (superdirecta o quinta velocidad), que resulta muy económica alargando la vida del motor.



Caja de velocidades simplificada

**1** Piñones de cuentakilómetros. **2** Arbol principal. **3** Piñón de marcha atrás. **4** Arbol de entrada. **5** Arbol secundario. **6** Piñón de cuarta. **7** Piñón de tercera. **8** Piñón de segunda. **9** Piñón de primera. **10** y **11** Sincronizadores. **12** Piñón diferencial. **13** Corona del diferencial.

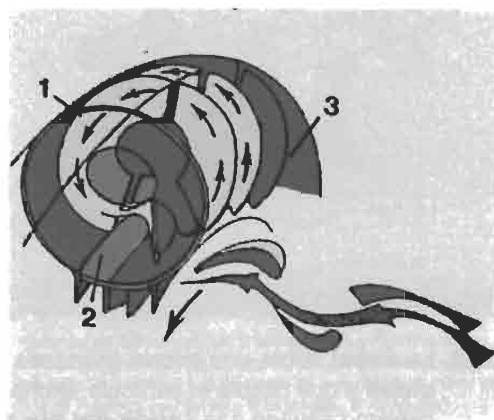
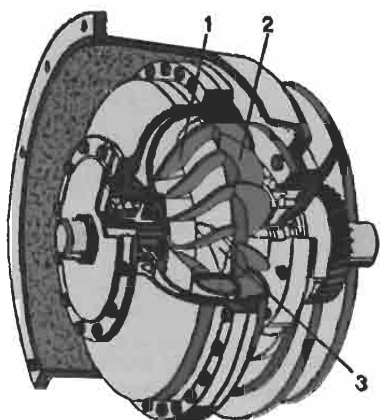
## CONVERTIDOR PAR HIDRAULICO

**660. Similar a un embrague hidráulico**, dispone en el centro de una rueda de **álabes directores** mediante los cuales **dirige** el esfuerzo de giro en el **embrague**. Esta rueda solo puede girar en el sentido de giro del volante del motor.

En caso de un **régimen lento** de revoluciones **actúan** también, pero en **sentido opuesto**, sobre los **álabes de la cápsula primaria**, los esfuerzos de flujo determinados por la corriente circulatoria, por lo que se crea únicamente un pequeño momento de torsión (par).

Los **álabes** de la **rueda central** dirigen la circulación en el **sentido de rotación** de la **cápsula primaria** y fortalecen así el momento de torsión.

El ángulo de acceso de la corriente circulatoria **es menor cuanto menor es el número de revoluciones** y ambas ruedas transmiten, sin intervenir la rueda central, el par máximo, por lo que, en todo cambio de velocidad se tiene una transmisión de fuerza casi continua.



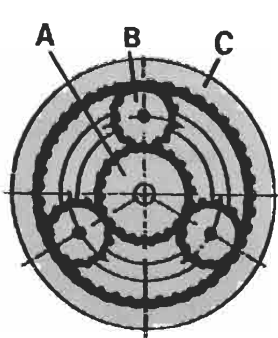
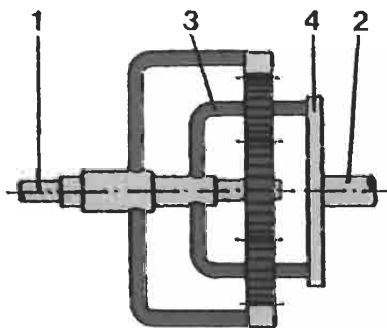
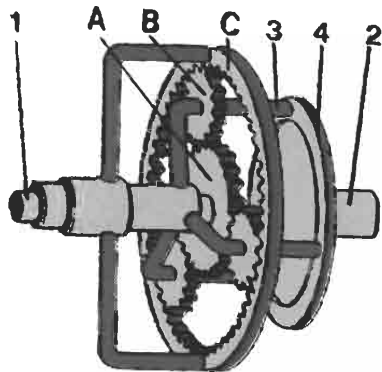
Convertidor par

1 Cápsula primaria. 2 Rueda directora. 3 Cápsula secundaria.

## PLANETARIO DE ENGRANAJES SATELITES (ENGRANAJES EPICICLOIDALES)

**661. A través de este mecanismo se produce la transmisión y reducción del movimiento del motor** mediante trenes de engranajes epicicloidales formados por un piñón planetario que engrana con dos o tres piñones llamados **satélites**.

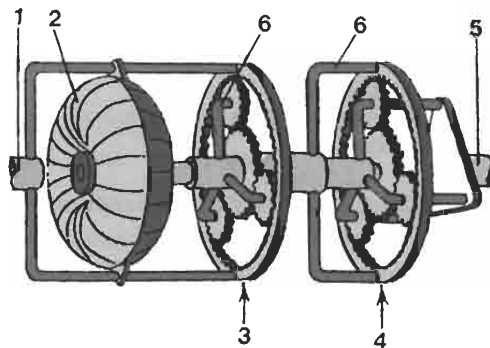
Estos piñones tienen sus ejes de giro unidos entre sí y, por medio de una placa, están **acoplados al árbol de transmisión** y engranan, a su vez, con una corona dentada interiormente.



Mecanismo planetario

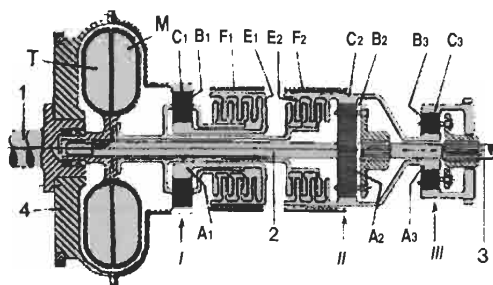
1 Eje primario. 2 Arbol de transmisión. 3 Eje giro satélite. 4 Placa. A Planetario. B Satélite. C Corona.

**662. Estos tres elementos** (planetario, satélites y corona) **pueden girar libremente sin transmitir movimiento**, pero en el momento que se bloquea cualquiera de ellos, **los restantes pueden girar** transmitiéndose el movimiento según la relación de transmisión existente entre sus dientes. **Si se bloquean dos elementos, el conjunto queda bloqueado**, moviéndose todo el sistema a la velocidad de rotación recibida.



Mecanismo con dos sistemas planetarios

**1** Arbol motor. **2** Embrague hidráulico. **3 y 4** Tren de engranajes epicicloidales. **5** Arbol secundario de transmisión. **6** Soportes.



**T** Turbina. **M** Bomba de embrague. **A1, A2 y A3**

Planetario. **B1, B2 y B3** Satélite. **C1, C2 y C3** Corona. **I y**

**II** Tren de engranajes. **III** Tren de engranajes de marcha atrás. **E1 y E2** Embrague. **F1 y F2** Cinta de freno.

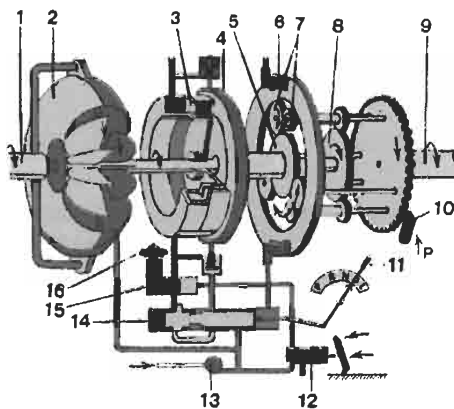
**663. Las cajas de velocidades de cambio automático** seleccionan automáticamente **todas las velocidades hacia delante** (generalmente posición D), **nunca la marcha atrás** que deberá seleccionarla el conductor, según sea la presión que mande la bomba a través de las válvulas, que actuarán dependiendo de la posición de la mariposa de aceleración (pedal del acelerador) y de las revoluciones en las ruedas o transmisión.

Una caja de velocidades muy utilizada es la **Hidra-Matic** formada por un **embrague hidráulico** y **tres trenes de engranajes epicicloidales**.

**664. El mecanismo de mando hidráulico** se gobierna mediante la **palanca selectora**, que determina el **recorrido del pistón** y mediante el pedal del **acelerador** (que abre o cierra la válvula de mariposa).

La palanca selectora **tiene 5 posiciones** con la siguiente nomenclatura que puede variar según el fabricante:

- **D y L: Para distintas velocidades. Cortas y largas.**
- **N: Punto muerto.**
- **P: Estacionamiento.**
- **R: Marcha atrás.**



Esquema de trabajo de un mecanismo automático

**1** Eje motor. **2** Convertidor par. **3** Embrague de varios discos. **4** Banda de frenado. **5** Rueda solar. **6** Embrague de marcha atrás. **7** Ruedas planetarias. **8** Rueda solar. **9** Eje de transmisión. **10** Dispositivo de bloqueo. **11** Palanca selectora. **12** Válvula de mariposa. **13** Bomba de aceite. **14** Válvula selectora. **15** Válvula de distribución. **16** Regulador de fuerza centrífuga.

## CAJA DE VELOCIDADES EN CAMIONES Y AUTOBUSES

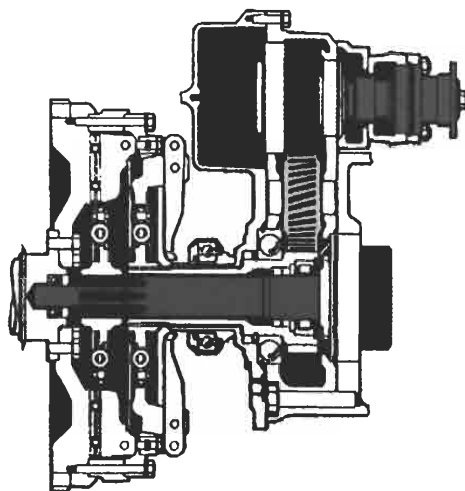
**665.** Sus **principales elementos**, además de los descritos anteriormente con otra disposición, **son** los siguientes:

- **Toma de fuerza** (elementos auxiliares).
- **Reductora**.

**TOMA DE FUERZA:** Los **cambios de velocidades** de los vehículos industriales están equipados con una serie de posibilidades de **conexión para tomas de fuerza o movimiento auxiliares**.

Mediante la **fuerza del motor** pueden accionarse **grupos o disposiciones** adicionales como bombas para volquetes, grúas hidráulicas, etc., para lo cual es necesario conectar **engranajes auxiliares en la caja de velocidades**.

Generalmente cuando un grupo auxiliar está conectado se indica en el tablero de mandos. Hay que **distinguir** entre **tomas** dependientes del **embrague y tomas dependientes del motor**. La elección es función de las necesidades.



Toma de fuerza

La transmisión de la fuerza se efectúa por un piñón del eje intermedio. Las tomas de fuerza centrales se encuentran en el lado de salida de la caja de velocidades.

### LA REDUCTORA

**666.** La reductora es un **grupo adicional** pospuesto a la **caja de velocidades** que permite **duplicar** su número de **relaciones de velocidad**.

Mediante un **engranaje planetario** se pueden **obtener dos relaciones de velocidad**, cuya **combinación** con las de la **caja de velocidades** hace posible obtener una **gama** de velocidades **rápida y otra lenta**. La relación total que puede conseguirse es alta.

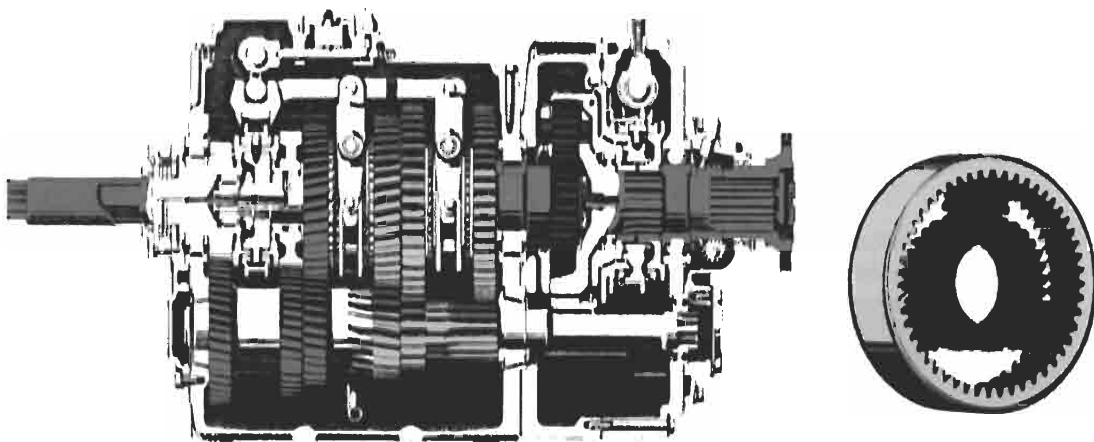
El **engranaje reductor** hace que, cuando se **hacen funcionar** todas las **ruedas motrices**, **rebaja las velocidades** proporcionadas por la **caja de velocidades**. De este modo el vehículo dispone de un **juego de marchas más reducido**, lo cual es muy conveniente para fuertes pendientes y malos caminos, con lo que las **ventajas de la adherencia** total se aprovechan al máximo.

## UTILIZACION DE LA REDUCTORA

**667.** Con la utilización de la **reductora** se **permite frenar** con la **caja de velocidades**, lo cual funciona como retención del motor.

La **reductora** **también** tiene una función de **mantenimiento** de **velocidad constante** cuando la caja de velocidades entra en la **zona de cambio mecánico**.

Cuando se conduce en **cuesta abajo**, la **reductora** trata de mantener la **velocidad más baja** a la que el vehículo ha **sido frenado**.

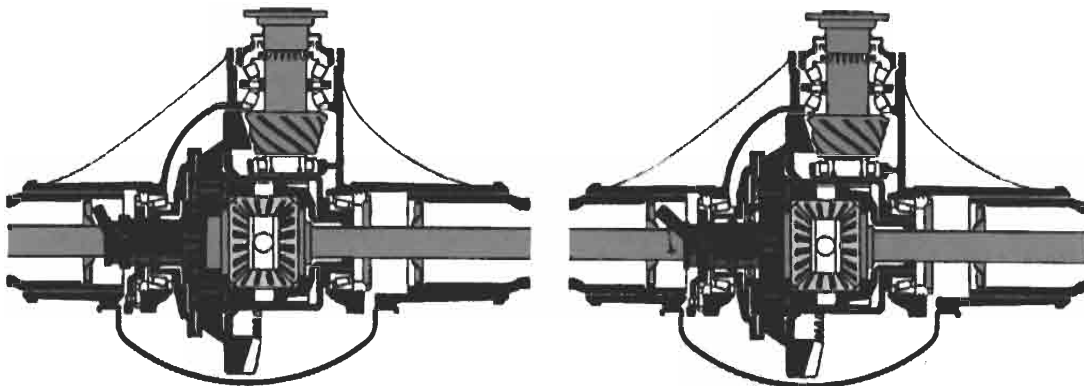


Reductora

Se puede doblar el número normal de desmultiplicaciones en la caja de velocidades y aprovechar mejor la potencia del motor.

**668.** En los **vehículos pesados** se utiliza una **doble reducción** en el **punto trasero**, la cual se realiza de dos formas:

- En la salida al puente trasero.
- Colocando un mecanismo reductor en los palieres.



Eje de doble reducción

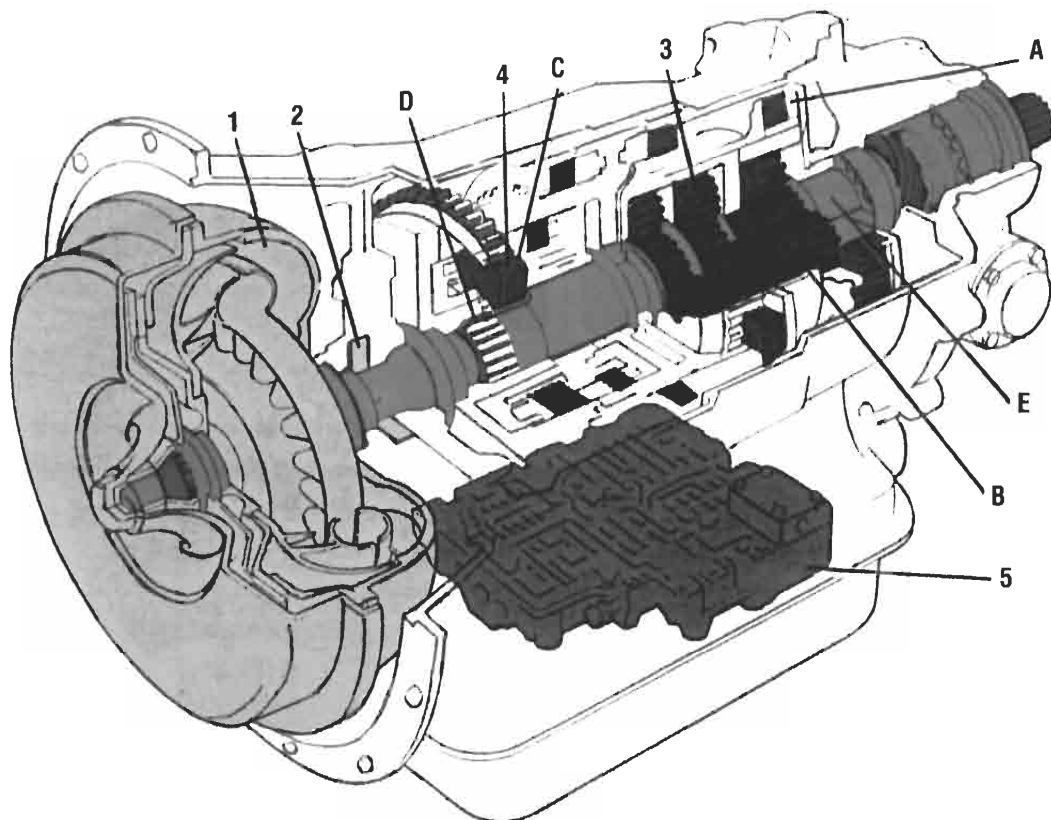
Eje trasero con dos relaciones de desmultiplicación, de las que la segunda corresponde aproximadamente a la mitad de la desmultiplicación de la caja de velocidades, en las marchas inferiores, teniendo, por consiguiente, la función de una marcha intermedia. El mando puede ser neumático o electroneumático.

## CAJAS DE VELOCIDADES DE CAMBIO AUTOMATICO

**669.** Los **cambios automáticos** ejecutan todos los procesos de inclusión de marchas **por sí mismos** y los ajustan a las cargas respectivas del vehículo. **Casi todos los mecanismos automáticos** están dotados de un **convertidor par**, un planetario de engranajes satélites de varias etapas y una instalación de **mando hidráulico**.

La caja de velocidades **automática** es completamente **diferente** al compararla con una caja de velocidades **manual**.

### FUNCIONAMIENTO



Esquema que muestra el contenido interno de una caja de cambios automática.

**1** Embrague hidráulico convertidor de par. **2** Bomba de aceite. **3** Engranajes epicicloidales. **4** Embragues. **5** Conjunto de las válvulas de mando. **A** primer embrague. **B** Primer conjunto planetario. **C** Embrague de marcha hacia adelante. **D** Eje de la turbina. **E** Eje principal.

**670.** Cuando el **motor** del vehículo se pone en **funcionamiento**, la **bomba de aceite (2)** que activa el circuito mandando presión de aceite al **convertidor par (1)** a través de la **válvula principal** de presión. A la vez, la presión se transmite también a la **caja de válvulas de mando (5)**, desde donde se manda aceite al **primer embrague (A)** que coloca el cambio en posición de primera velocidad a base de frenar el giro de la corona del **primer elemento planetario (B)**.

**671.** Cuando el conductor selecciona la posición de marcha, se activa el embrague para el funcionamiento **hacia delante (C)** transmitiendo la fuerza motriz desde el **eje de la turbina (D)** hasta el **eje principal (E)**.

**El vehículo se encuentra desplazándose en primera velocidad.** La colocación de la **siguiente relación**, menos desmultiplicada, se efectúa de una **manera automática** cuando, al **incrementarse** el régimen de **giro del motor** (volante de inercia), se incrementa también proporcionalmente la presión del aceite en el modulador y en el conjunto de las **válvulas de mando (5)**.

La **intervención** del **conductor** queda **regulada automáticamente** por la **posición** que tiene el **pedal del acelerador y el régimen de giro** propio del **motor** en cada momento.

## UTILIZACION DE LA CAJA DE VELOCIDADES EN LOS VEHICULOS PESADOS (RENDIMIENTO Y CONSUMO)

**672.** Existe una **relación** entre el **par motor**, la **potencia y las r.p.m.** del motor, de tal forma que al **aumentar las r.p.m.** del motor, el par **aumenta hasta un máximo a partir del cual disminuye** y, sin embargo, la **potencia sigue aumentando hasta** que el motor alcanza las **r.p.m. máximas**. (Véase art. 223).

Si un vehículo marcha sobre un **terreno llano** sin obstáculos, **no** necesita un **gran par** para circular, sin embargo, si tuviera que **subir** una fuerte **pendiente o arrancar** requeriría un **par muy alto**.

Entre otras funciones la **misión** de la **caja de velocidades** es **aumentar el par de salida** del motor efectuando unas reducciones que transmitidas a las ruedas a través del diferencial permitan obtener grandes pares en las ruedas que hagan avanzar el vehículo en condiciones difíciles.

**673.** La caja de velocidades debe ser utilizada correctamente siguiendo las instrucciones del fabricante. Sin embargo hay una serie de recomendaciones generales validas para cualquier caja:

- **Arrancar el vehículo siempre en la velocidad más corta**, respetando después el orden creciente de velocidades. Si no se respeta esta recomendación se producirá un desgaste prematuro del disco de embrague e incluso una importante avería por sobrecalentamiento.
- En la **mayoría de los camiones actuales** se montan **cajas de velocidades sincronizadas** por lo que no es necesario efectuar el **doble embrague** a base de pisar **dos veces** el **pedal de embrague** antes de cambiar de velocidad.
- **Algunas cajas** de velocidades están dotadas de **bomba de engrase propia**, por este motivo no se debe circular en punto muerto con ellas debido a que no se produciría el engrase de engranajes y se griparían.

Para una correcta utilización de la caja de velocidades se debe circular siempre en aquella velocidad tal que el régimen del motor sea el adecuado, alto en autopistas y autovías y medio en carreteras accidentadas, y pendientes importantes. En pendientes ascendentes, a mayor peso del vehículo, más trabajo le costará subir debido a que el peso se divide en **dos fuerzas**, una **paralela a la calzada y de sentido contrario** y otra normal o **perpendicular a la calzada** por atracción.

**674.** Para obtener un rendimiento óptimo de la caja de velocidades hay que tener en cuenta que **todo cambio de velocidad produce un aumento en el consumo de combustible**.

Por ello se debe elegir racionalmente la velocidad a utilizar y **no cambiar constantemente** sino agotar las velocidades hasta que las r.p.m. bajen o suban respecto a las consideradas como de conducción económica. Incluso cuando sea necesario cambiar y si el régimen del motor lo permite se pueden saltar una o más velocidades siempre hacia arriba, pues si lo hacemos hacia abajo se corre el riesgo de hacer una reducción muy fuerte y pasar de vueltas el motor. La conducción económica exige estar atento al cuenta-revoluciones del motor.



## SISTEMA DE MANDO DE LAS VELOCIDADES

**675.** Además de los descritos, los sistemas de mando de las velocidades pueden ser:

- **Neumático.**
- **Eléctrico.**

## SISTEMA DE MANDO NEUMATICO

**676.** Se trata de un **sistema** de mando accionado por **aire comprimido** por medio del cual es posible obtener una gama de velocidades con **dos etapas, una rápida y otra lenta**, consiguiéndose una **relación total alta**.

La selección de velocidades mediante la palanca de cambio de velocidades puede ser **en H y en H superpuesta**.

La conmutación neumática se realiza al dar a un interruptor de preselección, situado en la palanca de cambio y pasar ésta por el punto muerto.

El **cambio de velocidades** partiendo de la **primera velocidad** se efectúa primeramente en **etapa lenta y posteriormente en etapa rápida**.

## SISTEMA DE MANDO ELECTRICO

**677.** Se trata de un **sistema** de mando para las **cajas de velocidades** utilizadas en **vehículos pesados** con destino al **transporte de largo recorrido**. Desde la palanca de velocidades se **transmiten órdenes** eléctricas a un **módulo electrónico**, donde son traducidas y convertidas en señales de conexión, las cuales **activan unas válvulas electromagnéticas** que comunican aire a presión a los correspondientes cilindros de mando.

Un testigo en el tablero de instrumentos informa al conductor de la velocidad acoplada.

## MANTENIMIENTO Y AVERIAS DE LA CAJA DE VELOCIDADES

### MANTENIMIENTO

**678. Comprobar la estanqueidad** de las cajas de engranajes.

**El control del aceite lubricante** de alta viscosidad (valvulina) y su cambio se debe atener a las recomendaciones dadas por el fabricante.

En algunos modelos de vehículos, la **caja de cambios** está **sellada**. En éstos la valvulina sólo debe cambiarse en caso de avería o deterioro.

En las **cajas de velocidades** de algunos **turismos**, el **aceite** está sometido a una **extrema presión**.

Controlar la marcha uniforme de los dispositivos de la caja de velocidades, y cuando se detecten dificultades averiguar la causa y subsanarla en el taller.

Al **cambiar el aceite** hacerlo **sólo** utilizando el **recomendado por el fabricante**.

Existe algún modelo de **caja de velocidades** que está **sellada**, en cuyo supuesto **no** hay que **rellenar ni cambiar** la **valvulina**, excepto en caso de avería o deterioro.

Al detectar **marchas difíciles** averiguar las **causas y subsanarlas**.

Al percibir **ruidos extraños** en los engranajes comprobarlo en el **taller** especializado.

## PREVENCIÓN DE AVERÍAS

679.

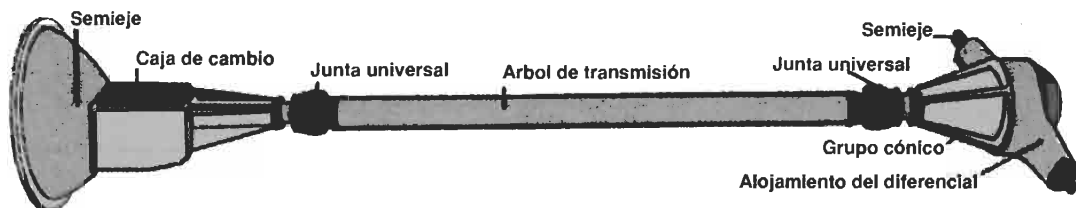
| DEFECTO   | CAUSA  | ¿QUE HACER?  |
|---|--|--|
| <b>Cambio duro. Las marchas no entran o entran mal.</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexiones gastadas, rotas o desajustadas.</li> <li>• Mal ajuste en los elementos de embrague.</li> <li>• Fallo interior caja de velocidades.</li> <li>• Defectos del pedal.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar o cambiar conexiones.</li> <li>• Ajustar.</li> <li>• Desmontar y cambiar pieza.</li> <li>• Comprobar y reparar.</li> </ul>      |
| <b>Rigidez en el pedal.</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Articulaciones oxidadas, obstruidas o defectuosas.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar, limpiar o cambiar.</li> </ul>  |
| <b>Las velocidades entran pero no se mantienen.</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Horquilla torcida.</li> <li>• Resortes o elementos de fijación defectuosos o rotos.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enderezar o cambiar.</li> <li>• Cambiar elementos defectuosos.</li> </ul>   |
| <b>Las velocidades no entran o rascan.</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Horquilla rota o deformada.</li> <li>• Algún piñón roto.</li> <li>• Ejes descentrados.</li> <li>• Engrase deficiente.</li> <li>• Mal el sincronizado.</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar horquilla.</li> <li>• Cambiar.</li> <li>• Reparar o reponer.</li> <li>• Reponer o añadir aceite.</li> <li>• Reparar.</li> </ul> |
| <b>Fallos caja velocidades automática.</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión o cable desajustados.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y ajustar.</li> </ul>   |
| <b>Imposibilidad o dificultad de selección de marcha.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositivo de retención flojo o roto.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y reparar o cambiar conexión.</li> </ul>  |
| <b>Mecanismo inefectivo.</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel aceite bajo.</li> <li>• Interruptor averiado.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reponer.</li> <li>• Cambiar.</li> </ul>   |
| <b>Dificultad o imposibilidad de meter la marcha atrás.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismo embrague mal ajustado.</li> <li>• Engranajes averiados.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |

## ARBOL DE TRANSMISION

**680.** El **árbol de transmisión** es el elemento **encargado de transmitir el movimiento de la caja de velocidades al grupo cónico diferencial** (eje motriz). Se utiliza en el caso de **motor delantero y propulsión**. En este supuesto, suele instalarse el motor longitudinalmente. Debe estar perfectamente equilibrado y los esfuerzos de torsión a los que está sometido los soporta la elasticidad del material. Está **unido** mediante una **junta universal** con el **eje secundario** de la caja de velocidades y con el **grupo diferencial**.

### ELEMENTOS

**681. - EJE:** Debe ser un eje articulado y extensible para permitir el movimiento axial debido a las oscilaciones de la suspensión, y la unión con sus apoyos es elástica para absorber los movimientos anteriores, para lo cual se fabrica en acero con alto coeficiente de elasticidad.



Árbol de transmisión

Con las marchas hacia delante gira en un sentido y con la marcha atrás gira en sentido inverso, es decir, es un eje capaz de girar en los dos sentidos. (Véase art. 651).

**682.** En los **vehículos** que monten un sistema de **transmisión directa no existe árbol de transmisión**.

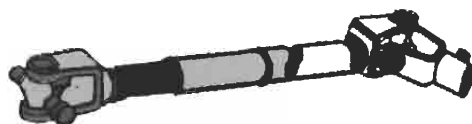
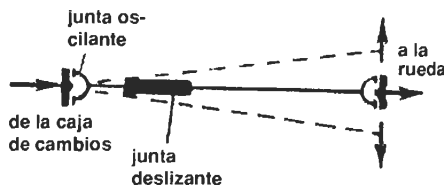


Transmisión directa

1 Piñón de ataque del diferencial. 2 Eje secundario. 3 Conjunto diferencial. 4 Cárter de la caja de velocidades.

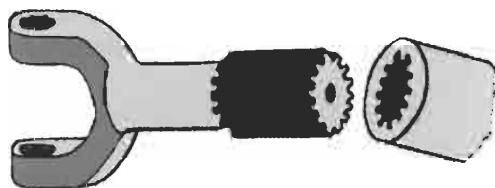
**683.** Debido al movimiento de oscilación la longitud del eje varía en cada instante, con lo que ha de construirse un eje de longitud variable, con diferentes soluciones:

- **Árbol telescópico:** Consiste en que el tubo tiene dos cilindros de diferente diámetro deslizándose el de menor diámetro a lo largo del de mayor diámetro.



Transmisión directa

**684. - Unión de horquilla deslizante:** La junta de unión acaba en un **cilindro estriado que encaja en otro cilindro estriado** interior del eje, de tal forma que no puede girar respecto a él pero se puede deslizar longitudinalmente en su interior y permite variar su longitud.

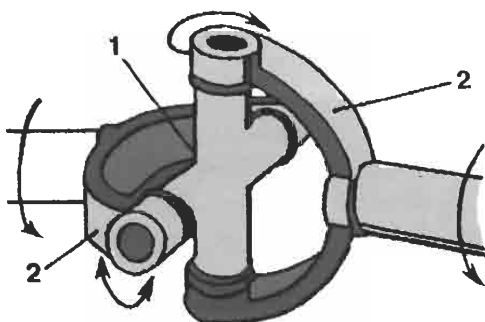


Unión horquilla de la junta con el árbol de transmisión

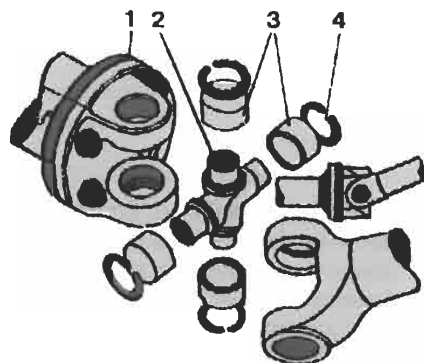
**685. - JUNTAS:** Empleadas para **hacer flexibles las uniones del árbol de transmisión** al resto del sistema (con el eje secundario y el grupo diferencial). Absorben las deformaciones oscilantes del puente trasero debido a los movimientos de la suspensión.

Las juntas más empleadas son:

- **Junta universal Cardan:** La más empleada en la actualidad.

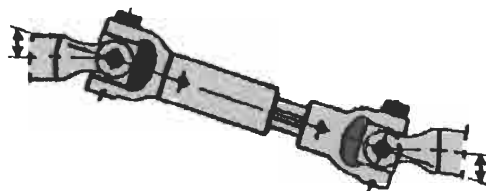


Junta universal Cardan  
1 Cruz. 2 Horquillas.

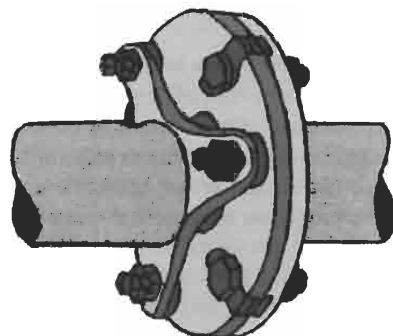


Despiece de junta Cardan  
1 Horquilla árbol transmisión. 2 Cruceta. 3 Cojinetes de agujas. 4 Arandelas de seguridad.

**686.** Esta clase de juntas permiten **desplazamientos angulares** de hasta  $25^\circ$ . Su **elemento básico es la cruceta** a cuyos brazos se unen, mediante cojinetes de agujas o rodamientos y circlips, los extremos de las horquillas que están unidas a los ejes (unión de horquilla deslizante) o en que acaban los ejes (árbol telescopico).

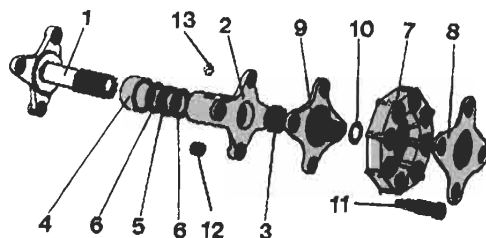


Desplazamiento angular de un eje con juntas Cardan



Junta universal elástica

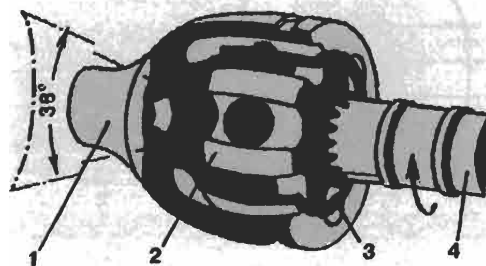
**687. - Junta universal elástica:** Está formada por una serie de **arandelas o discos de tela engomada** (elásticos) unidos a los ejes mediante unas horquillas especiales.



Transmisión con junta tipo silentblock

**1** Arbol transmisor. **2** Plato deslizante. **5** Filtro retención grasa. **7** Junta elástica. **8** Plancha protección. **9** Placa de centrado. **10** Anillo elástico. **11** Tornillo de unión. **12** Tuerca autofrenante.

**688.** También pueden estar constituidas por un **anillo de caucho** (silentblock) que permite desviaciones de unos 8° y además, debido a su poder de deformación, se puede eliminar el elemento deslizante.



Junta homocinética

**1** Brazo del eje. **2** Cuerpo de guía. **3** Camisa esférica. **4** Eje delantero.

**689. - Junta homocinética:** Empleada en los **vehículos de tracción** ya que el palier o semieje de transmisión además de soportar todos los esfuerzos anteriores, ha de permitir los movimientos de la dirección sin alterar ni el ajuste ni la velocidad de giro de las ruedas.

**Se monta entre el palier y la rueda.**

## INFERENCIAL AUTOBLOQUEANTE O NO DESLIZANTE

**690.** Puede darse el caso, de que si alguna **rueda motriz** sufre una **pérdida de agarre** o **adherencia** por barro, nieve, hielo, etc, **todo el esfuerzo de giro** o movimiento, **se vaya** a través de **esa rueda que patina** y el vehículo no avanza.

Si las **dos ruedas motrices pierden la adherencia**, en una zona con barro, etc, se puede producir el **enterramiento de ambas ruedas**.

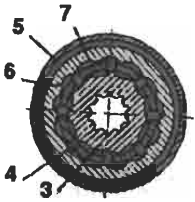
También puede ocurrir que **al tomar una curva** más o menos cerrada, alguna rueda motriz **pierda la adherencia** y esto motive que el vehículo **se desplace lateralmente**.

El **mecanismo autoblocante**, que llevan instalado algunos vehículos, actúa automáticamente, enviando **mayor esfuerzo de giro a la rueda que no patina y menor a la que patina**. Para ello anula o **bloquea la acción diferencial**, consiguiendo que **no patine ninguna rueda motriz** y que el vehículo avance hacia delante.

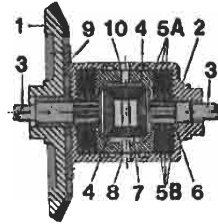
Es un elemento muy interesante para la seguridad en la conducción.

**691.** Existen **dos tipos** de diferenciales autoblocantes:

- **Bloqueo por rodillos de deslizamiento.**
- **Bloqueo por láminas de fricción.**



Diferencial autoblocante con rodillos de deslizamiento  
**1** Corona. **2** Palieres. **3** y **5** Anillos. **4** Rodillos. **6** Carcasa.  
**7** Junta.



Diferencial autoblocante por lámina de fricción  
**1** Corona. **2** Carcasa. **3** Palier. **4** Anillos. **5A** Láminas de fricción exterior. **5B** Láminas de fricción interior. **6** Planetario.  
**7** Satélite. **8** Eje portasatélites. **9** Brida. **10** Extremos del eje.

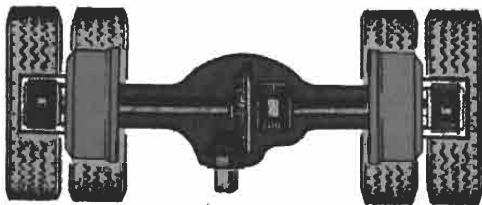
## GRUPOS LARGOS - GRUPOS CORTOS

**692.** El **par máximo** que puede suministrar un motor, **es muy pequeño** para el par necesario mínimo que se requiere **para arrancar un camión en una pendiente**.

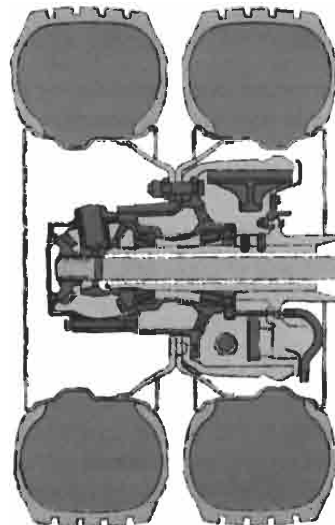
Incluso con las reducciones conseguidas con la caja de velocidades no es suficiente.

Por todo ello hay que añadir **reducciones adicionales** entre la caja y las ruedas, que son proporcionadas por el diferencial del eje trasero.

La reducción puede ser **simple o de doble** reducción para aligerar de peso el eje trasero.



Reducción simple



Reducción doble

**693.** Las **reducciones** realizadas en el eje trasero **pueden ser** con:

**Grupos cortos**, para subir mayores pendientes y alcanzar menores velocidades máximas.

**Grupos largos**, para alcanzar mayores velocidades máximas y superar menores pendientes.

Si tenemos dos grupos de relaciones 4,87/1 (8/39) y 5,22/1 (9/47), el grupo 5,22/1 da una mayor reducción y por lo tanto es más corto.

**Estas relaciones se obtienen al dividir el número de dientes de la corona por el número de dientes del piñón.**

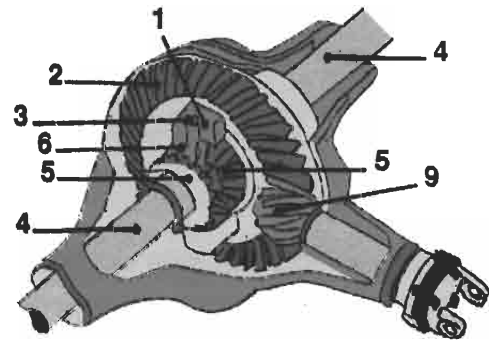
Grupo 8/39 indica 39 dientes de la corona y 8 dientes del piñón.

## GRUPO CONICO DIFERENCIAL

**694.** Realmente se trata de dos grupos perfectamente definidos con funciones totalmente diferentes, como son:

- **Grupo cónico.**
- **Grupo diferencial.** (Caja de satélites).

Ambos **colocados** en el **eje o ejes motrices** encerrados en una caja (cárter) que contiene el aceite lubricante (valvulina), cuyo conjunto es conocido como "**puente trasero**" o "**puente motriz**".



Grupo cónico-diferencial

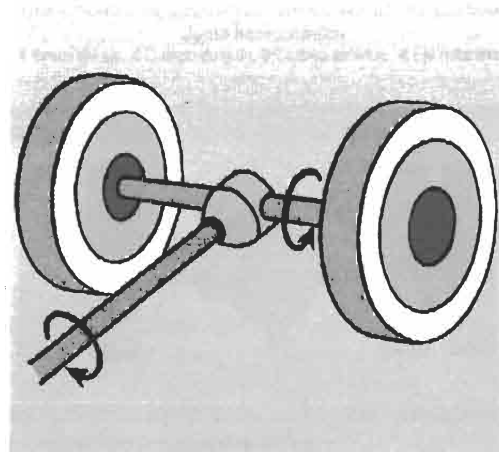
1 Carcasa. 2 Corona. 3 Eje (bulón). 4 Palieres. 5 Planetarios. 6 Satélites. 9 Piñón de ataque.

## GRUPO CONICO (PAR CONICO)

**695.** Es un mecanismo formado por el **piñón de ataque y la corona dentada** cuya misión es la de:

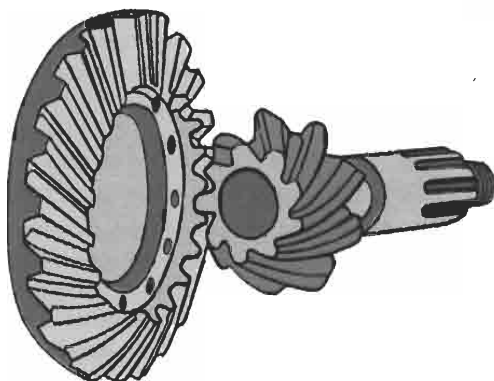
- **Transmitir el movimiento a las ruedas motrices.**
- **Desmultiplicar**, con una relación de desmultiplicación fija, **las vueltas del giro del eje secundario** (giro del cigüeñal) de la caja de velocidades.

Cuando el movimiento del giro del árbol de **transmisión es longitudinal** al vehículo (motor delantero y propulsión), el **grupo cónico también realiza la conversión de ese giro longitudinal a un movimiento transversal** al vehículo, que es el que necesitan las ruedas para desplazar el vehículo.

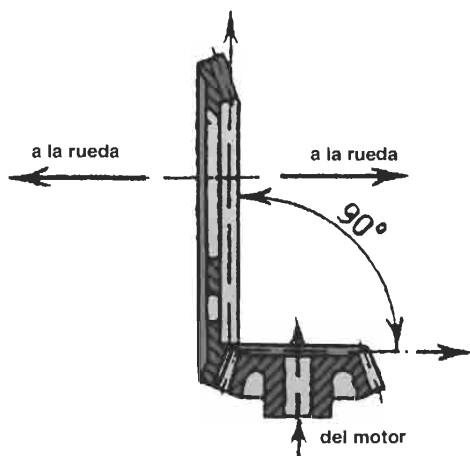


Transmisión del movimiento

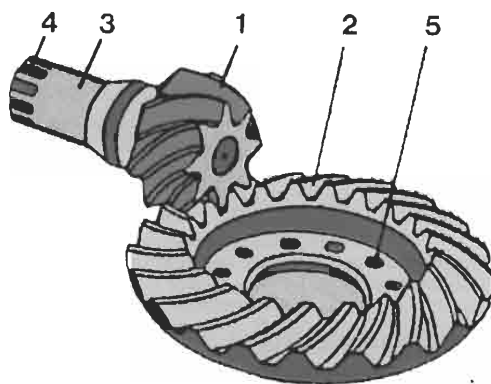
**696.** Esta conversión **se realiza engranando un piñón** (piñón de ataque) situado en el extremo del árbol de transmisión, con una **corona** dentada que va **unida a los semiejes** (palieres) de transmisión. Los ejes del piñón y la corona forman  $90^\circ$ , con lo que el movimiento de giro pasa de longitudinal a transversal.



Par cónico



Disposición del par cónico

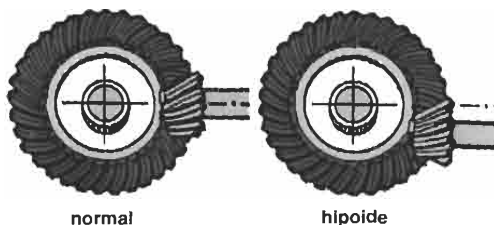


Elementos del par cónico

**1** Piñón de ataque. **2** Corona. **3** Arbol. **4** Acoplamiento. **5** Taladros de amarre.

**697.** La **diferencia** entre el **número de dientes** del **piñón de ataque** y de la **corona dentada** produce una **desmultiplicación constante** de las revoluciones del **eje secundario** y en el **árbol de transmisión** (giro del cigüeñal) (entre  $3/1$  a  $6/1$ ), y en consecuencia, al producirse una desmultiplicación, se produce un **aumento de par** proporcional a la relación de desmultiplicación.

El engranaje entre el piñón de ataque y la corona es de tipo **helicoidal e hipoide**, que aumenta la estabilidad del vehículo. Este engranaje hipoide consiste en que **los ejes del piñón y la corona no están en línea**.



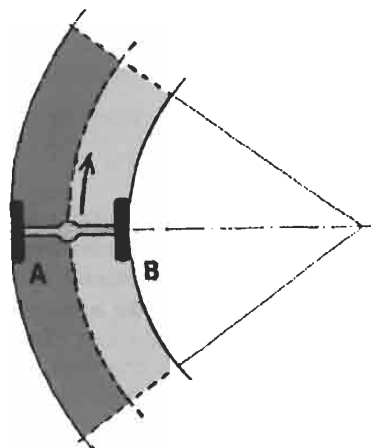
Comparación entre un engranaje helicoidal normal y uno helicoidal hipoide.



### GRUPO DIFERENCIAL (CAJA DE SATELITES)

**698.** En línea recta las ruedas giran a la misma velocidad, sin embargo, al entrar **en una curva, la rueda (A) exterior a la curva ha de recorrer más camino que la interior (B)**, por lo que la rueda **exterior** ha de **aumentar su velocidad** y la **interior** ha de **disminuirla**, todo ello referido a las ruedas motrices.

Su **misión es mantener constante la suma de las velocidades de giro de las ruedas motrices** permitiendo, en ciertos momentos, que éstas **puedan girar a distinta velocidad**, es decir, adapta las revoluciones de las ruedas motrices al recorrido que han de realizar en cada momento, recibiendo el movimiento del grupo cónico.

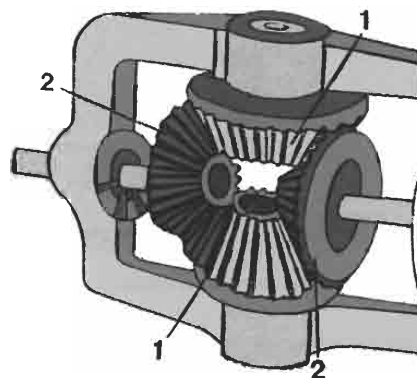


Recorridos de las ruedas motrices en curva

**699.** El **grupo diferencial** (caja de satélites) generalmente utilizado, **está formado por dos satélites y dos planetarios** por lo menos, engranados entre sí, solidarios con la **corona dentada** montada exteriormente. En transmisiones con pares elevados pueden tener cuatro satélites y dos planetarios.

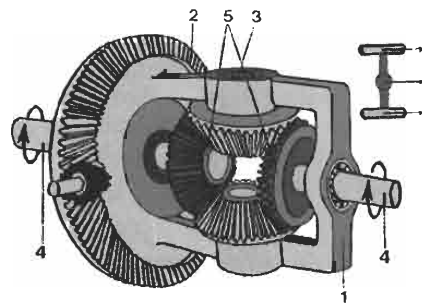
### FUNCIONAMIENTO

**700. - En línea recta:** El piñón de ataque, movido por el árbol de transmisión, transmite su movimiento de giro a la corona y ésta, a su vez, da movimiento a la caja del diferencial unida a ella solidariamente.



Grupo diferencial  
1 Satélites. 2 Planetarios.

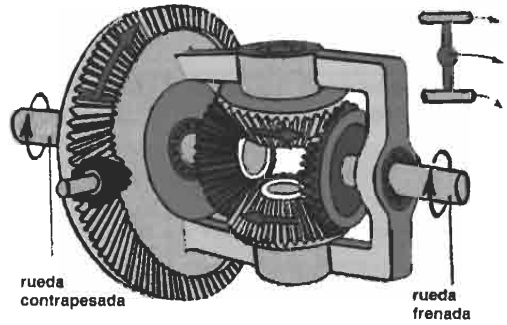
Al girar la carcasa, arrastra por medio del eje portasatélites a estos elementos, que actúan como cuñas sobre los planetarios, produciendo un movimiento que se transmite a las ruedas haciéndolas girar en el **mismo sentido y velocidad que la corona mientras el vehículo marcha en línea recta.**



Diferencial en línea recta  
1 Carcasa. 2 Corona. 3 Eje portasatélites. 4 Palieres. 5 Planetarios.

**701. - En línea curva:** La **rueda exterior debe girar a mayor velocidad que la interior** ya que tiene que recorrer un camino más largo. La **rueda interior ofrece más resistencia** a girar, es como si frenara sólo dicha rueda.

**702.** Al reducirse su velocidad de giro también se reduce la velocidad del planetario correspondiente y entonces los satélites tienden a rodar sobre él, multiplicando el giro en la otra rueda. Con ello, **lo que pierde en giro una rueda lo gana la otra** ajustándose automáticamente el giro en cada una de ellas por la acción compensadora de los satélites.

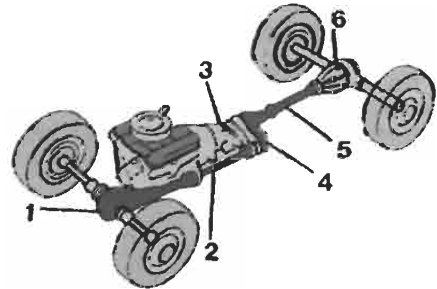


Diferencial en línea curva

## DISPOSICIONES ESPECIALES

### TRACCION A LAS CUATRO RUEDAS

**703. Se utiliza** mayoritariamente por **turismos de grandes prestaciones** mejorando la seguridad. Los vehículos dotados de este sistema **poseen su dos ejes motrices**, altamente seguros en curvas y terrenos accidentados. Estos vehículos **van dotados de una caja reductora** con salida para **doble transmisión**. Así pues lleva **dos grupos cónicos** y **dos grupos diferenciales**.



Tracción a las cuatro ruedas

**1** Grupo diferencial delantero. **2** Arbol de transmisión delantero. **3** Caja reductora de propulsión. **4** Cadena de transmisión. **1:1**. **5** Arbol de transmisión trasero. **6** Grupo diferencial trasero.

## MANTENIMIENTO Y PREVENCION DE AVERIAS (FLUIDOS LUBRICANTES Y RETENES)

### MANTENIMIENTO

**704.** Se debe **comprobar en los árboles de transmisión su fijación, torcedura, desalineación de las crucetas y las holguras en los cojinetes de apoyo intermedio**.

En las **juntas de transmisión** se debe efectuar el **engrase**, observación de holguras (cardan-deslizantes) y comprobación del **estado de los retenes y juntas flexibles** (las juntas en mal estado son causa de fuertes ruidos) (una pérdida de lubricante o un exceso, puede engrasar los frenos y perder su eficacia).

**705.** En los **puentes motrices (diferencial) y transmisión**, se debe realizar el **control de niveles de aceite** (valvulina) según indique el fabricante y comprobar la estanqueidad del sistema.

Ante cualquier defecto o ruidos anormales, acudir al taller.

## PREVENCION DE AVERIAS

| 706. | DEFECTO                                    | CAUSA   | ¿QUE HACER?   |
|------|--|---|---|
|      | <b>Ruidos en la transmisión delantera.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algo que roza o se interpone al eje motor.</li> <li>• Neumáticos ruidosos.</li> <li>• Bloqueo o arrastre de los frenos.</li> <li>• Cojinetes de las ruedas desgastados.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar y rectificar.</li> <li>• Comprobar y cambiar neumáticos.</li> <li>• Comprobar y revisar frenos.</li> <li>• Revisar y reponer cojinetes.</li> </ul>                   |
|      | <b>Roces o chillidos del eje trasero.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencial dañado.</li> <li>• Roces de algún componente del freno trasero.</li> <li>• Lubricación insuficiente o inadecuada eje trasero.</li> <li>• Cojinetes de las ruedas traseras defectuosos.</li> <li>• Juntas flexibles defectuosas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Revisar y rectificar.</li> <li>• Cambiar o añadir aceite.</li> <li>• Revisar, ajustar o cambiar cojinetes.</li> <li>• Revisar o renovar juntas.</li> </ul> |

## PALIERES

**707.** Los **palieres** o semiárboles o **semiejes** de transmisión **transmiten el movimiento desde los planetarios** del grupo diferencial **a las ruedas motrices** (eje motriz).

Son básicamente dos barras cilíndricas de acero de alta resistencia, templado y cementado.

**708.** **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 de tornillos.



Cónico de rueda

Acoplamiento de un palier

Por tornillos

## MANTENIMIENTO Y PREVENCION DE AVERIAS

**709.** Periódicamente se debe **comprobar el estado de los guardapolvos**. La **rotura de un palier** se nota en que el **motor gira**, pero a pesar de poner una velocidad, las ruedas no giran (el vehículo no avanza). La rotura puede producirse (aunque no es frecuente) por un embrague brusco (casi siempre al arrancar) o un frenazo violento.

## ARRASTRE DEL VEHICULO

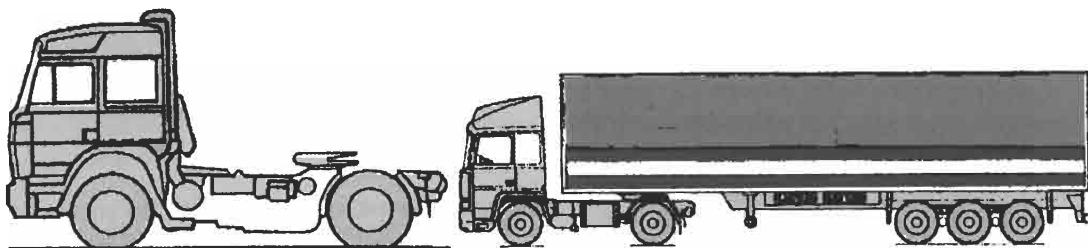
**710.** Dentro de la amplia gama de modelos y versiones que existen en el mercado de vehículos industriales (camiones) hay dos que por sus características se deben significar:

- **Cabezas tractoras o tractocamiones.**
- **Remolcadores o portadores.**

En los dos casos el fin es el mismo: aumentar la carga transportada.

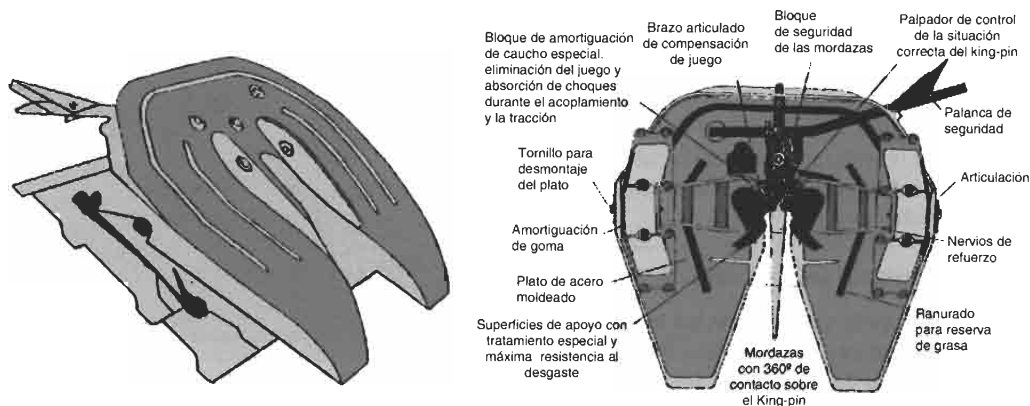
## CABEZAS TRACTORAS

- 711.** Es un vehículo 4 x 2 de distancia muy corta entre ejes y que por medio de un mecanismo, llamado de "**Quinta Rueda**", se transforma en un vehículo articulado al poder arrastrar un semirremolque. La **Quinta Rueda** une la cabeza tractora con el semirremolque.



Cabeza tractora con semirremolque

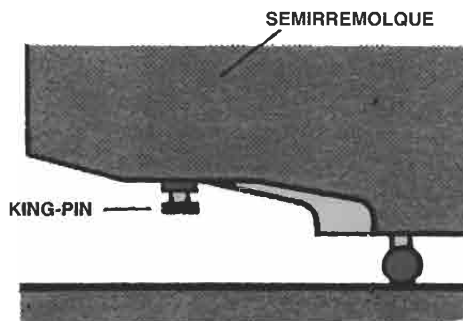
- 712.** El mecanismo de **Quinta Rueda** consta de una placa ondulada en forma de "**omega**", atornillada y sujeta con unos topes soldados al propio chasis del vehículo, a una distancia dada por el fabricante sobre la cual **se apoya el semirremolque**, pudiendo tener diferentes alturas.



Modelo de la Quinta Rueda (Fruehauf)

## KING-PIN

- 713.** Los **semirremolques** llevan una pieza llamada **king-pin** que se engancha en la **Quinta Rueda** y sirve de **punto de tracción, eje de giro y base de sustentación del semirremolque**.



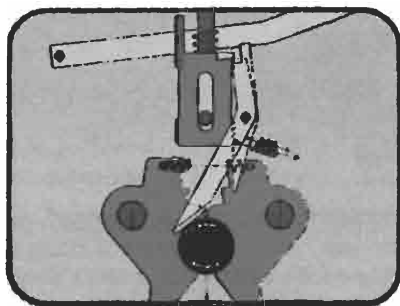
King-pin

**714. FUNCIONAMIENTO KING-PIN:**

Primeramente hay que comprobar que la superficie de apoyo del **semirremolque** esté **más alta** que la superficie del plato de la **Quinta Rueda** (2 a 5 cm. es suficiente).

Después, conducir marcha atrás con cuidado hasta que el **King-pin** alcance la posición de **enganche** en la **Quinta Rueda**.

En su posición abierta, la leva de mando, queda desplazada hacia delante. Las mordazas están separadas y el **palpador controla** la posición correcta del **king-pin**.



Detalle del enganche del king-pin

**716. SEGURO:** El bloqueo de la palanca del mando del seguro, la presión del resorte, el diseño de las mordazas y el bloque del **king-pin**, evitan el **desenganche involuntario del semirremolque**.

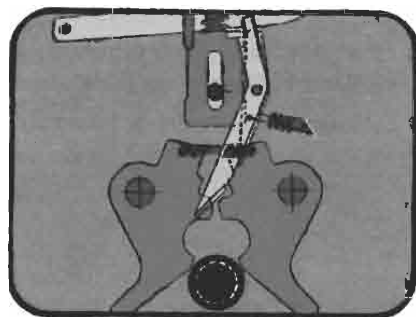
**717. DESENGANCHE DE LA CABEZA TRACTORA:**

Para efectuar el **desenganche** hay que **bloquear o frenar las ruedas del semirremolque**, levantarlo y apoyar las ruedas de los pies de apoyo y así descargar la suspensión del tractocamión (cabeza tractora).

Accionar la palanca de seguridad y de esta forma **queda libre el king-pin** para poder salir. La **Quinta Rueda** suele llevar un mecanismo para **compensar** automáticamente el juego producido por el **desgaste** natural del **king-pin**, de forma que mantiene una presión constante de éste contra las mordazas.

El engrase necesario puede ser local o centralizado.

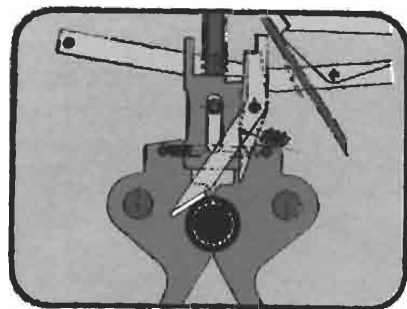
La **quinta rueda va montada** a una distancia (**Y**) del eje trasero, la cual viene dada por el fabricante. El alterar esta distancia supone cambiar la carga del eje trasero del vehículo.



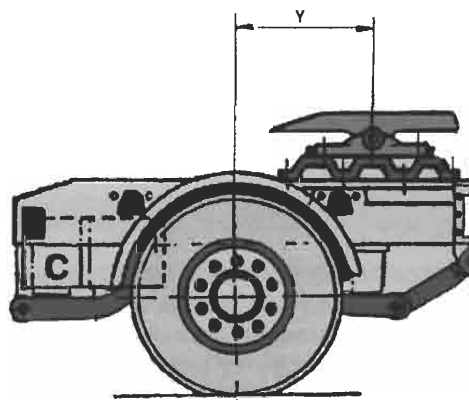
Detalle del funcionamiento del king-pin

**715. ENGANCHE DEL KING-PIN:** Durante la maniobra de enganche, el **king-pin** es **guiado** por los brazos de la **Quinta Rueda**. Si la posición del **king-pin** es correcta, el palpador libera el bloque de seguridad. En este momento el propio **king-pin provoca el cierre automático de las mordazas**.

El bloque de seguridad, empujado por el resorte, se acopla a las muescas de las mordazas asegurando el cierre.



Detalle del seguro del king-pin



Desenganche de la cabeza tractora (tractocamión)

## MANTENIMIENTO

**718.** - El **plato de la Quinta Rueda debe revisarse con regularidad**, eliminando los restos metálicos que puedan existir entre el plato y la placa del **semirremolque** donde va el **king-pin**.

- **Controlar** periódicamente el **apriete de los tornillos**.
- **Vigilar que los canales** que lleva para almacén de grasa estén llenos.
- **Cambiar los soportes** de caucho después de una larga utilización o cuando estén defectuosos.
- **Si surge una avería mientras se utiliza, parar inmediatamente el vehículo** y reemplazar en el taller las piezas averiadas.

**LA QUINTA RUEDA ES UNA PIEZA DE MAXIMA SEGURIDAD**

## REMOLCADORES

**719.** Son **camiones normales (4 x 2)** que llevan un **dispositivo de gancho para poder tirar de un remolque**. El gancho va en la parte trasera del camión, y el **acoplamiento se efectúa automáticamente**, aunque también se puede realizar manualmente.

Los ganchos llevan normalmente un revestimiento plástico y grasa para protegerlos de la lluvia, de la sal de descongelamiento y de la humedad en general.



Conjunto camión-remolque



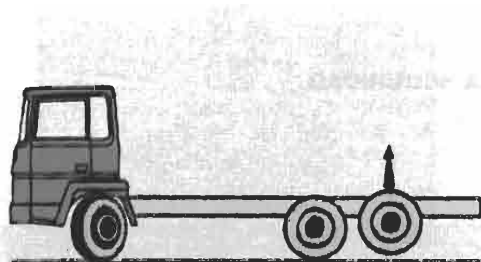
Gancho de seguridad

## EJE ELEVABLE (ALZABLE)

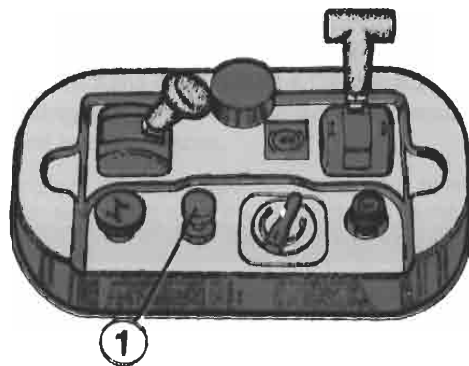
**720.** Otra **forma de aumentar la carga** de los vehículos es comercializar modelos con **tres o más ejes**. **Uno o dos ejes delanteros fijos y uno, dos o más ejes traseros**, pudiendo ser uno de ellos alzable. Cuando no está cargado el vehículo, el eje alzable, va elevado para evitar el gasto de neumático.

Cuando se **carga el vehículo** y se alcanza la carga **prevista**, existe un dispositivo que **hace descender automáticamente el eje**. También existe otro dispositivo que evita la elevación o descenso imprevistos del eje, como consecuencia del efecto producido por la suspensión al circular por carreteras accidentadas.

Un mando manual sirve para bajar y subir el eje. El **descenso** con este mando se debe hacer **con el vehículo descargado** y con el freno de estacionamiento accionado. La elevación sólo es posible hacerla en las condiciones anteriores, ya que este mando queda neutralizado.



Eje alzable

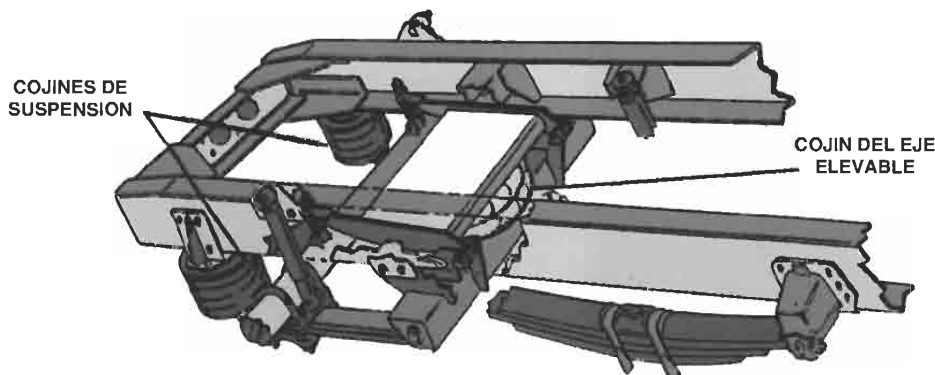


Mando manual eje alzable

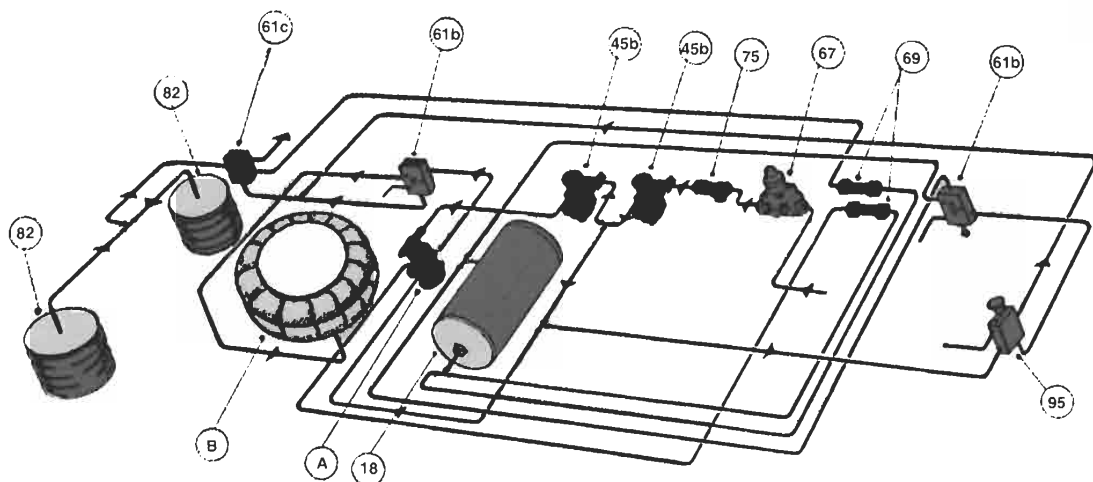
## FUNCIONAMIENTO. CIRCUITO

**721.** En general, el **circuito del eje elevable va conectado al circuito neumático** del camión, y el descenso y elevación se produce por medio de un **cojín neumático**. La suspensión del eje elevable suele ser también neumática.

**La alimentación general** del aire comprimido se efectúa a partir del circuito neumático de los **servicios auxiliares**. Si hay un fallo en el circuito, la válvula de seguridad (válvula de protección cuádruple) mantiene una presión mínima que garantiza el funcionamiento.



Cojín neumático del eje elevable



Descripción de los componentes del circuito del eje elevable

Un **filtro (75)** protege a los diferentes aparatos de los daños que puedan causar cuerpos extraños, así como de la suciedad.

Lleva **dos reductores de presión (45)** que disminuyen la presión de funcionamiento respecto a la presión de alimentación.

Una **válvula de detección de nivel (A)** ajustada al chasis mediante un sistema de bielas, permite subir o bajar el eje según la carga.

Lleva **tres distribuidores (61)** para regular el aire del cojinete de elevación del eje y de los dos cojinetes de la suspensión del mismo.

Un **cojín neumático (B)** hace subir o bajar el eje. **Dos cojinetes neumáticos (82)** soportan la suspensión del mismo.

El **mando manual (95)** para subida y bajada del eje.

**Unas válvulas anti-retorno (69)** para evitar que el eje descienda involuntariamente.

Un calderín de aire para aumentar la capacidad del circuito y una válvula de **barrera de retorno limitado (67)** para conferir cierta preponderancia a otros circuitos auxiliares.

El sistema descrito corresponde al montado a los camiones Renault.

El anexo IX del **Reglamento General de Vehículos** define:

- 1.18 Dispositivo de elevación del eje:** Es el dispositivo permanente montado en un vehículo con objeto de **reducir o incrementar** la carga sobre el (los) eje (s) según las condiciones de carga del vehículo:
1. bien **levantando** completamente las ruedas del suelo/bajándolas del suelo.
  2. o bien **sin levantar** las ruedas del suelo (por ejemplo, en el caso de sistemas de suspensión neumática u otros sistemas), con objeto de **reducir el desgaste de los neumáticos** cuando el vehículo no esté completamente cargado, **o para facilitar el arranque** (inicio de la marcha) sobre terreno resbaladizo a los vehículos de motor o conjuntos de vehículos, incrementando la carga sobre el eje motor.
- 1.19 Eje retráctil:** Es el eje que puede **elevarse o bajarse** mediante el dispositivo de elevación del eje, tal como se menciona en el número 1 del apartado 1.18.
- 1.20 Eje descargable:** Es el eje sobre el cual puede **variarse la carga sin que el eje esté levantado**, mediante el dispositivo de elevación del eje tal como se menciona en el número 2 del apartado 1.18.
- 1.21 Grupo de ejes:** Son los ejes que forman parte de un **bogie**. En el caso de dos ejes, el grupo se denominará **tándem**, y **tándem triaxial** en caso de tres ejes. Convencionalmente, se considerará que un solo eje es un grupo de un eje.



# TEMA XI

## SISTEMA DE SUSPENSION

### CONCEPTO

**722. Se denomina suspensión al conjunto de elementos elásticos** que se interponen entre los órganos suspendidos (bastidor) y los no suspendidos (eje de las ruedas), **a efectos de absorber las reacciones** producidas en las **ruedas** por las irregularidades del **terreno**, para conseguir, en la medida de lo posible, flexibilidad, comodidad, estabilidad y evitar roturas y desgastes.

Además de estos elementos, existen otros que tienen también una misión amortiguadora de las irregularidades del terreno, como son los neumáticos y los asientos.

### TIPOS DE SUSPENSION

**723. Existen los siguientes tipos de suspensión:**

- **MECANICA:** Compuesta por **elementos** puramente **mecánicos**, tales como los **muelles, ballestas, barras de torsión, etc.**, utilizadas normalmente en los **vehículos ligeros**.
- **HIDRAULICA:** Compuesta por una **unidad hidráulica** para **cada una** de las **ruedas** y fijada al chasis, que **desempeña** las **funciones** de los **muelles** y de los **amortiguadores**.
- **OLEONEUMATICA:** Compuesta por un **sistema mixto** de elementos **hidráulicos y neumáticos**.
- **NEUMATICA:** Compuesta por **fuelles o cojines de aire comprimido** que **colaboran** con los **elementos mecánicos** como las **semiballestas, barras de reacción, tirantes, etc.**, utilizada en los **vehículos pesados**.

## SUSPENSION MECANICA

**724.** Los **elementos** de la **suspensión** deben ser lo suficientemente **resistentes** para que los **esfuerzos** a que se les someta **no les produzcan deformaciones** permanentes. Altamente **elásticos** para que los **elementos no suspendidos no pierdan contacto con la calzada**.

Deben estar provistos de unos elementos **amortiguadores** que **frenen las oscilaciones** de estos muelles, aumentando la **estabilidad** del vehículo.

## ELEMENTOS

**725.** Los **elementos básicos** en toda suspensión mecánica, son:

- **Muelles** (elementos elásticos).
- **Amortiguadores.**
- **Barras estabilizadoras.**

## MUELLES

**726.** Son los elementos que **recogen** directamente la **irregularidad** (oscilaciones, vibraciones o movimientos vibratorios) **absorbiéndola** en forma de deformación. Tienen buenas propiedades elásticas pero no absorben bien la energía mecánica **tendiendo a deformarse** indefinidamente, mientras no haya algún sistema que lo impida.



Sin carga



Cargado



Distensión



Contracción

Funcionamiento de un muelle

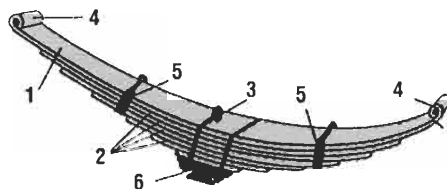
**727.** En los sistemas de suspensión se distinguen **tres tipos** de muelles o resortes de torsión:

- **Ballestas.**
- **Muelles helicoidales.**
- **Barras de torsión.** Trabaja por esfuerzo de torsión igual que los muelles.

## BALLESTAS

**728.** Es un **muelle** (cada vez menos utilizado en turismos) formado por una serie de **láminas planas**, de acero especial de alto coeficiente de elasticidad, y que tiene propiedades de **elevada resistencia**.

Las láminas u **hojas (2)** de distinta longitud están unidas entre sí por medio del **perno capuchino (3)** y las **abrazaderas (5)** que permiten el deslizamiento entre las hojas al deformarse por la carga o irregularidades del terreno, manteniéndolas alineadas e impidiendo que se abran en abanico, mientras que las **bridas (6)** sujetan la ballesta al eje de las ruedas del vehículo. La hoja de mayor tamaño (más larga), situada en la parte superior, se denomina **hoja maestra (1)**, y va curvada en sus extremos formando unos **ojos (4)**, donde se montan unos casquillos de bronce, para su acoplamiento al soporte del bastidor mediante unos pernos (3). Para que el funcionamiento de estas articulaciones sea silencioso y no precise engrase, se usan los **silentbloc**, que son dos manguitos o casquillos fijos de acero y entre ellos, a presión, va intercalada una camisa de caucho comprimido.

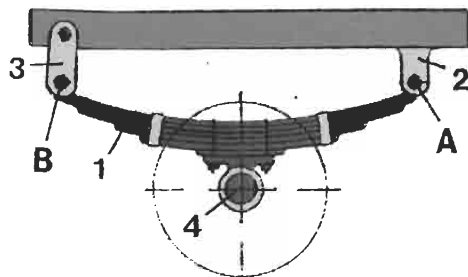


Ballesta

1 Hoja maestra. 2 Hojas. 3 Perno capuchino. 4 Ojos. 5 Abrazaderas. 6 Bridas.

La ballesta puede ser montada:

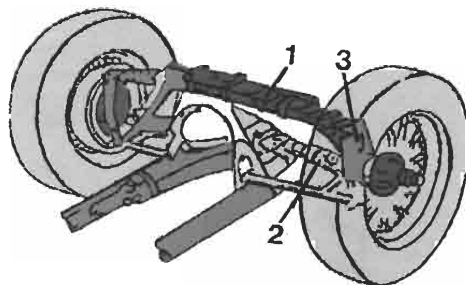
- Longitudinalmente.
- Transversalmente.



Montaje longitudinal de una ballesta

1 Ballesta. 2 Soporte. 3 Gemela. 4 Eje. A Enlace fijo. B Enlace móvil.

**729. MONTAJE LONGITUDINAL:** Es el **más utilizado en vehículos pesados**. Se monta una **ballesta (1)** por cada **rueda (4)** en el sentido de avance del vehículo, sujeta a un **punto fijo (A-2)** en la parte anterior del bastidor, y otro en la **parte posterior (B)** interponiendo un elemento móvil conocido como **gemela de ballesta o biela de suspensión (3)** que permite el **alargamiento** y el **acortamiento o flexión** de la ballesta.



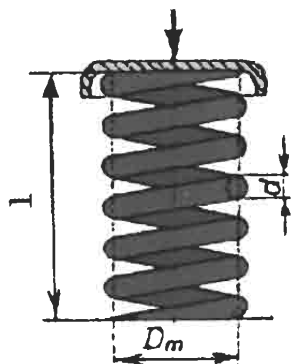
Montaje transversal de una ballesta

1 Ballesta. 2 Puente trasero. 3 Gemelas.

**730. MONTAJE TRANSVERSAL:** Empleado generalmente en **turismos**. Se une la **ballesta (1)** al **punto trasero (2)**, mediante **gemelas de ballesta (3)**, y la base de la ballesta, al bastidor o carrocería.

## MUELLE HELICOIDAL

**731.** Utilizado en la **mayoría de los turismos**, consiste en un **arrollamiento helicoidal** con varilla de acero elástico, generalmente, de forma circular.



Muelle helicoidal

**d** Diámetro del alambre. **Dm** Diámetro medio. **1** Altura del muelle sin accionar la fuerza.

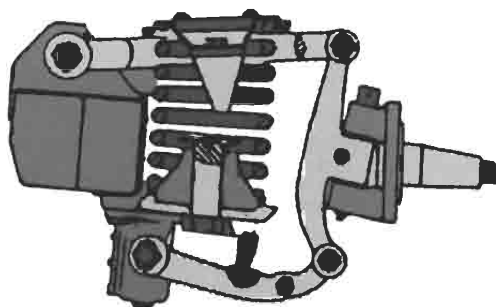


Muelle de forma cónica.

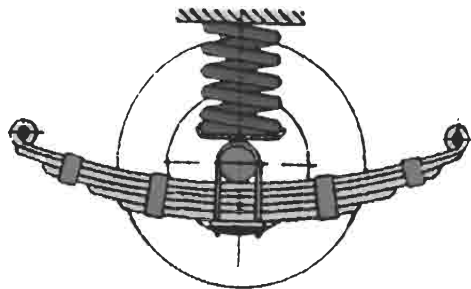
**732. Los muelles** reciben esfuerzos de compresión, pero debido a su disposición helicoidal **trabajan a torsión**.

Su **longitud (1) no puede ser grande** ya que aparecerían también esfuerzos de flexión.

Se pueden utilizar montajes mixtos de muelle y ballesta.



Montaje de un muelle helicoidal

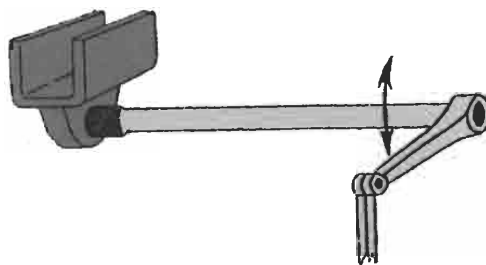


Montaje mixto: muelle y ballesta

## BARRA DE TORSION

**733. Muy empleada** actualmente en sistemas de **suspensión independiente**.

Su **funcionamiento** se basa en la **resistencia** que ofrece una barra de acero elástico, impidiendo las oscilaciones transversales del bastidor, si fijada al bastidor por un extremo, se le somete en el otro extremo a un **esfuerzo de torsión** (giro). La barra tenderá a **retorcerse**, oponiéndose al giro, pero una vez finalizado el esfuerzo **recuperará su forma inicial**, es decir, **actúa de forma parecida** al funcionamiento de los muelles.

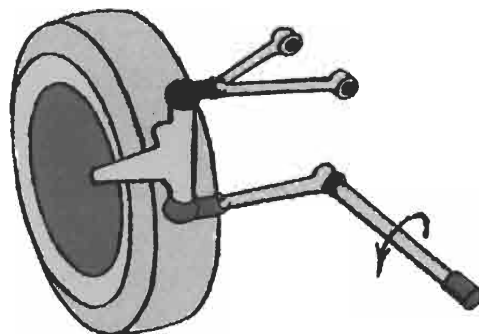


Barra de torsión

**734.** Las **barras de torsión** pueden tener sección **cuadrada o cilíndrica**, siendo la **cilíndrica la más utilizada**. Su **fijación** se realiza mediante un **cubo estriado**. Su **montaje** se realiza fijando un **extremo al chasis y en el otro se sitúa una palanca**, solidaria a la barra. El **extremo libre** de la palanca va **unido al eje de la rueda**. Cuando la rueda sube o baja, en la **barra** se produce un **esfuerzo de torsión**, cuya deformación elástica permite el movimiento de la rueda.



Extremo fijo de una barra de torsión

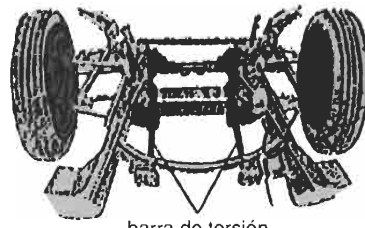
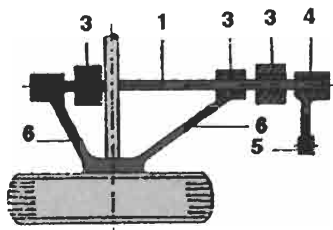
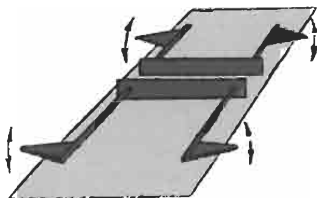


Montaje de una barra de torsión

**735.** El **montaje** de la barra de torsión **puede ser**:

- **Longitudinal.**
- **Transversal.**

**736. MONTAJE LONGITUDINAL:** Las barras se disponen **paralelas al eje** longitudinal del vehículo.



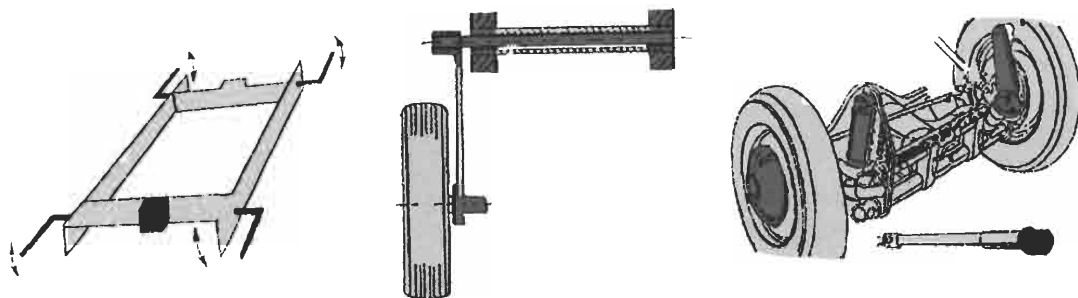
barra de torsión

Montaje longitudinal de las barras de torsión

Barras de torsión longitudinal

**1** Barra de torsión. **3** Apoyo de goma. **4** Tornapunta. **5** Palanca. **6** Guías.

**737. MONTAJE TRANSVERSAL:** Las barras se disponen **transversalmente**, es decir, **perpendicularmente al eje** longitudinal del vehículo.



Esquema de montaje transversal

Barras de torsión transversales

## AMORTIGUADORES

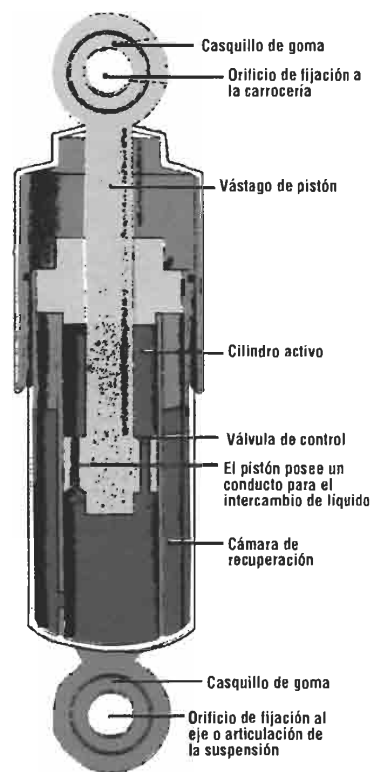
**738.** Los **amortiguadores** son los elementos encargados de **absorber las oscilaciones** o vibraciones de los **muelles** y las **ballestas** de la **suspensión**, disminuyendo su amplitud y frecuencia, es decir, los **amortiguadores** son dispositivos que, sin impedir el movimiento del **muelle**, lo frenan, **reduciendo su amplitud y el número de sus oscilaciones, impidiendo** que las **irregularidades** del terreno o las inestabilidades del vehículo **se transmitan** en su totalidad **al chasis**, garantizando la comodidad de los ocupantes, la estabilidad de la carga, y el contacto de la rueda con el suelo, **transformando la energía mecánica** del muelle al deformarse en **energía calorífica**.

Por un extremo **se une al bastidor** y por otro al **eje de la rueda**.

**739.** Cuando los **muelles oscilan excesivamente** es debido al **mal funcionamiento de los amortiguadores** por no cumplir su cometido.

El **amortiguador más utilizado** es el **hidráulico telescópico**.

Los **amortiguadores** que actúan **frenando** en los **dos sentidos** se llaman de **"doble efecto"**.



Amortiguador telescópico hidráulico

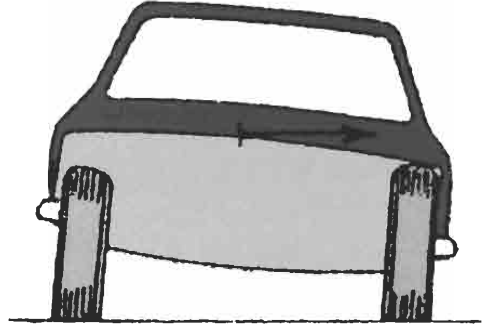
Está formado por dos tubos concéntricos cerrados por su parte superior y uno de ellos contiene un émbolo con un vástago. El extremo cerrado del cilindro está fijado al eje de rueda o al brazo de suspensión, y el extremo del vástago está anclado a la carrocería.

## BARRA ESTABILIZADORA

**740.** Tiene la **misión de dar la estabilidad** al vehículo cuando éste, debido a las **irregularidades del terreno o a las curvas**, tiende a perder dicha estabilidad.

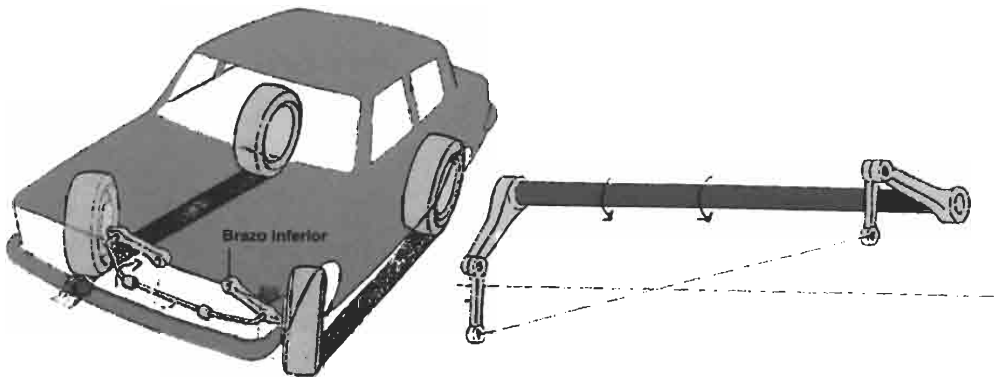
**Al tomar una curva**, se produce una inclinación lateral del vehículo debido a la fuerza centrífuga, **sobrecargando las ruedas exteriores** y **elevando las interiores**, lo cual puede producir un vuelco si ello es excesivo.

La barra estabilizadora **se monta en los dos ejes**, es de acero elástico y su montaje se realiza **transversalmente**, fijando sus dos extremos a los soportes de suspensión de las ruedas del mismo eje.



Tendencia de inclinación del vehículo en las curvas.

**741. FUNCIONAMIENTO:** Al tomar una curva, como una de las ruedas tiende a bajar y otra a subir, **se crea un momento de torsión en la barra estabilizadora**, la cual absorbe el esfuerzo oponiéndose, dentro de lo posible, a que la **carrocería se incline hacia un lado**, manteniéndola estable. Lo mismo ocurre cuando una de las ruedas encuentra un bache u obstáculo.



Montaje de la barra estabilizadora, que siempre se monta transversalmente en el eje delantero y trasero del vehículo.

Funcionamiento de una barra estabilizadora

## TIPOS DE SISTEMAS DE SUSPENSION

**742.** Según el tipo de elementos empleados y su forma de montaje, existen **diferentes sistemas de suspensión**, **todos** los cuales constan de un **sistema elástico**, el elemento **amortiguador** y la **barra estabilizadora**, independientes para cada eje o para cada rueda, **evitando** que las **vibraciones y choques** de una rueda se transmitan a la otra.

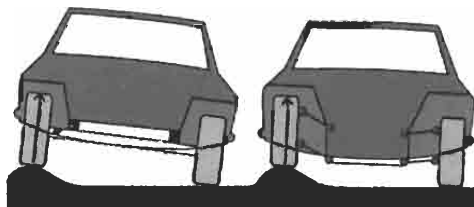
## SUSPENSION DELANTERA

**743. Mayoritariamente** los vehículos están dotados de **suspensión independiente** en el **eje delantero**, que elimina el peso no suspendido respecto al eje rígido.

También **aumenta el contacto** de las ruedas en cualquier terreno, permitiendo aumentar la flexibilidad de los resortes sin temor al cabeceo.

Son muchos los sistemas empleados actualmente, destacándose los siguientes **tipos de suspensión delantera**:

- **Por trapecio articulado.**
- **Mac Pherson.**



Eje rígido

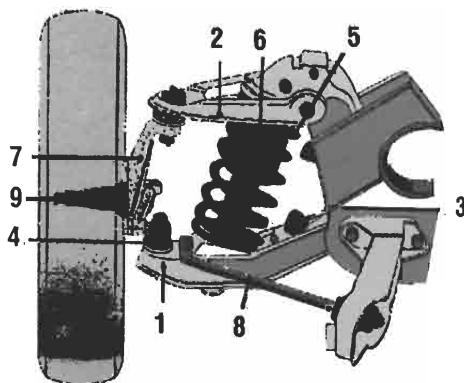
Suspensión independiente del eje delantero.

## SUSPENSION POR TRAPICIO ARTICULADO

**744. Dos brazos** triangulares (1 y 2) se articulan por su base a la carrocería o a la **traviesa o eje delantero** (3) de la suspensión, y por su vértice a los **brazos** (1 y 2) del **pivote** (7) y **mangueta** (9), los cuales soportan la rueda delantera y el cubo, articulándose al resto por medio de **rótulas** (4).

Entre uno de los brazos y la carrocería se interponen **un muelle** (5) (resorte helicoidal) y **un amortiguador** (6), con objeto de absorber las irregularidades del terreno.

Los **brazos** (1 y 2) **no son paralelos ni de igual longitud**, siendo **más corto el superior**, con lo cual, al subir y bajar la rueda, no conserva su verticalidad, dado que se inclina ligeramente hacia dentro, lo que mejora el comportamiento en las curvas.



Suspensión por trapecio articulado

**1 y 2** Trapecios o brazos oscilantes. **3** Traviesa o eje delantero. **4** Rótulas. **5** Resorte helicoidal. **6** Amortiguador. **7** Pivote. **8** Tirante. **9** Mangueta.

Un **tirante** (8) **absorbe los esfuerzos** de frenado.

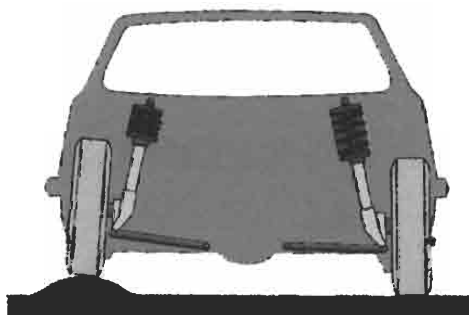
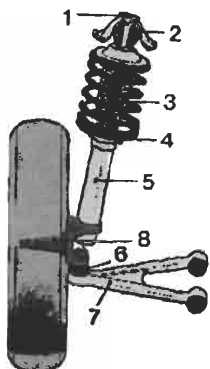


## SUSPENSION TIPO MAC PHERSON

**745. Muy utilizada actualmente.** Consta de un **brazo único**, tirante diagonal y de un **soporte telescópico en cada rueda delantera**.

La **mangueta** forma parte de la **mitad inferior del soporte telescópico**. Este soporte gira al hacerlo la dirección y se une a la carrocería por medio de un elemento elástico. Por debajo, una rótula lo une al brazo inferior.

En este sistema la carrocería ha de ser verdaderamente resistente en la fijación de los soportes, con objeto de absorber los esfuerzos transmitidos por la suspensión.



Suspensión tipo Mac Pherson

1 Soporte de carrocería. 2 Taco elástico. 3 Amortiguador. 4 Tubo de alojamiento del amortiguador. 5 Cazoleta. 6 Rótula. 7 Brazo. 8 Mangueta.

## SUSPENSION TRASERA

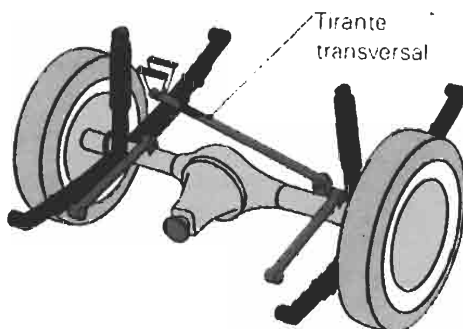
**746.** Entre las **suspensiones traseras** se destacan las siguientes:

- **Con eje rígido** (Hotchkiss).
- **De trapecios articulados.**
- **De semiejes oscilantes.**
- **De brazo arrastrado o semiarrastrado.**

### SUSPENSION CON EJE RIGIDO

**747.** Sistema **empleado** en los vehículos de **propulsión**, constando de un **eje rígido** con ballestas en sus extremos.

El extremo anterior de cada ballesta se monta sobre un cojinete y el posterior se une a la carrocería o chasis por medio de una articulación. **El grupo cónico-diferencial, palieres y cubos, constituyen una sola unidad.**

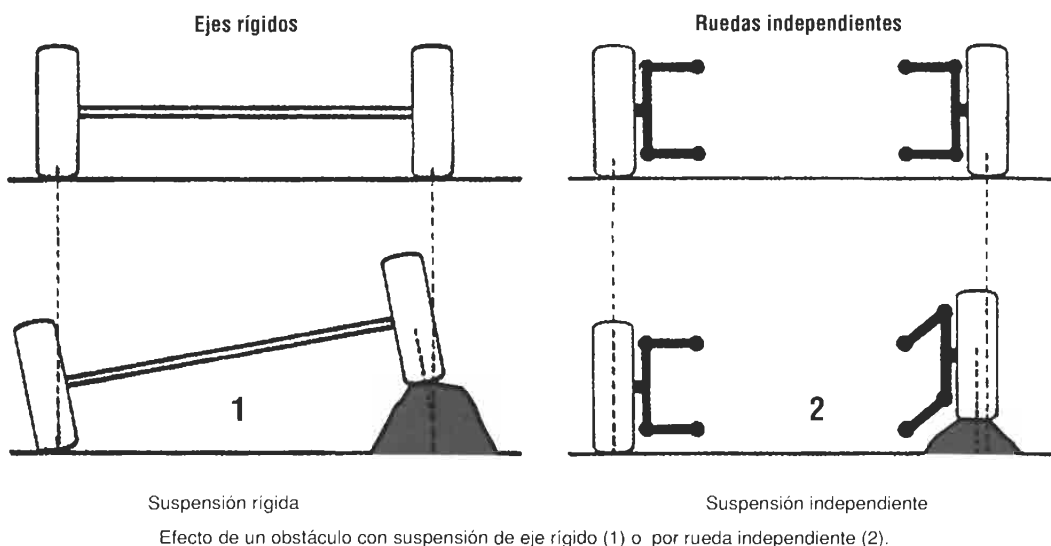


Suspensión con eje rígido

## SUSPENSION INDEPENDIENTE

**748.** Considerada la **suspensión** estando las ruedas unidas entre sí, dos a dos, formando dos **ejes rígidos** (delantero y trasero), tiene la **misión** de conseguir la **amortiguación** del bastidor sobre dichos **ejes**. Sin embargo, si una **rueda** encuentra en el camino un **obstáculo**, al salvar su oscilación, **repercute** en la otra a través de la **rigidez** de los **ejes**.

Para **salvar** este **inconveniente**, se recurre a hacer independientes las ruedas, por medio de la **suspensión** llamada por "**ruedas independientes**". De esta forma **no se comunican** mutuamente las vibraciones y choques que sufren, sino que permanecen **más en contacto** con el **suelo**, cualesquiera que sean las oscilaciones del bastidor, es decir, las **vibraciones y choques** que sufre **una rueda** no se **transmiten a la otra**.



**749.** En la **suspensión independiente** de las ruedas, se **sustituye** el **eje rígido por** un conjunto de **brazos articulados**. Este sistema **permite** a cada una de las **ruedas conservar su eje vertical** a pesar de las **irregularidades** del terreno. **Disminuye** el **peso** de los elementos **no afectados** por la suspensión.

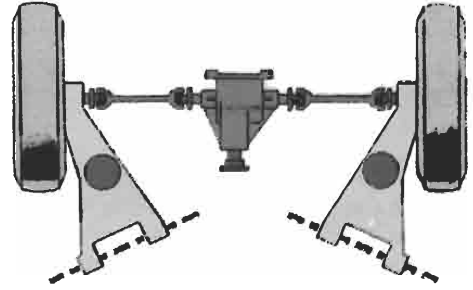
En **comparación** con el **eje rígido**, la **suspensión independiente** de cada rueda **reduce** las **masas no amortiguadas** y **limita** las **desviaciones** de la **rueda** impactada, de modo que se **mejora** la **adherencia** al suelo en las **calzadas en mal estado** y en las **curvas**.

**750.** Dependiendo de si el vehículo es de **tracción o propulsión**, la suspensión independiente puede ser de los **siguientes tipos**:

- De **trapecios articulados**.
- De **semiejes estabilizadores**.
- De **brazo arrastrado**.
- De **brazo semiarrastrado**.

## SISTEMA DE BRAZO SEMIARRASTRADO

**751.** Sistema en el que los **pivotes** del brazo son **oblicuos al eje longitudinal** del vehículo, **no formando ángulo recto con él**, manteniéndose las ruedas en posición al mismo tiempo que se les permite un movimiento de subida y bajada.



Sistema de brazo semiarrastrado

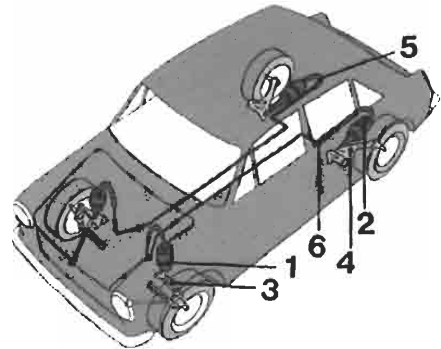
## SISTEMAS ESPECIALES DE SUSPENSION

### SUSPENSION CONJUGADA

**752.** Es la que **enlaza las ruedas delanteras y las traseras**, generalmente las de un **mismo lado**, en sus oscilaciones, es decir, un sistema en que los **elementos** de la **suspensión del eje delantero** están **intercomunicados** con los de la **suspensión del eje trasero**, reduciéndose el cabeceo del vehículo y manteniéndolo inclinado en cualquier posición de las ruedas, lo que se traduce en comodidad para los ocupantes.

El sistema más importante es el **Hydrolastic** (hidráulico).

**753. SISTEMA HYDROLASTIC:** En este sistema **cada una de las ruedas** posee una **unidad hidráulica de suspensión** que desempeña las **funciones de muelle y de amortiguador** y va fijada al chasis. En su **interior** y en uno de sus extremos lleva una **masa cónica de caucho** que hace las funciones de muelle. El otro extremo **se cierra** mediante un **diafragma**, en el que apoya un émbolo conectado a los brazos de la suspensión.



Sistema hydrolastic

**1** Unidad hydrolastic delantera. **2** Unidad hydrolastic trasera. **3** Brazo de suspensión delantero. **4** Brazo de suspensión trasero. **5** Manguito de goma. **6** Tubería de conexión.

### AMORTIGUACION ADAPTATIVA O (SUSPENSION INTELIGENTE)

**753.1** Actualmente se emplea un **sistema electrónico** de suspensión conocido como **suspensión inteligente o amortiguación adaptativa**, consistente en una serie de componentes de **control electrónico** que mantiene el vehículo a **nivel constante** regulando la fuerza de amortiguación, **acomodándose** a las condiciones de la **vía** y al modo de **conducción** representando una **mayor estabilidad y seguridad**.

# LA SUSPENSION EN LOS VEHICULOS PESADOS

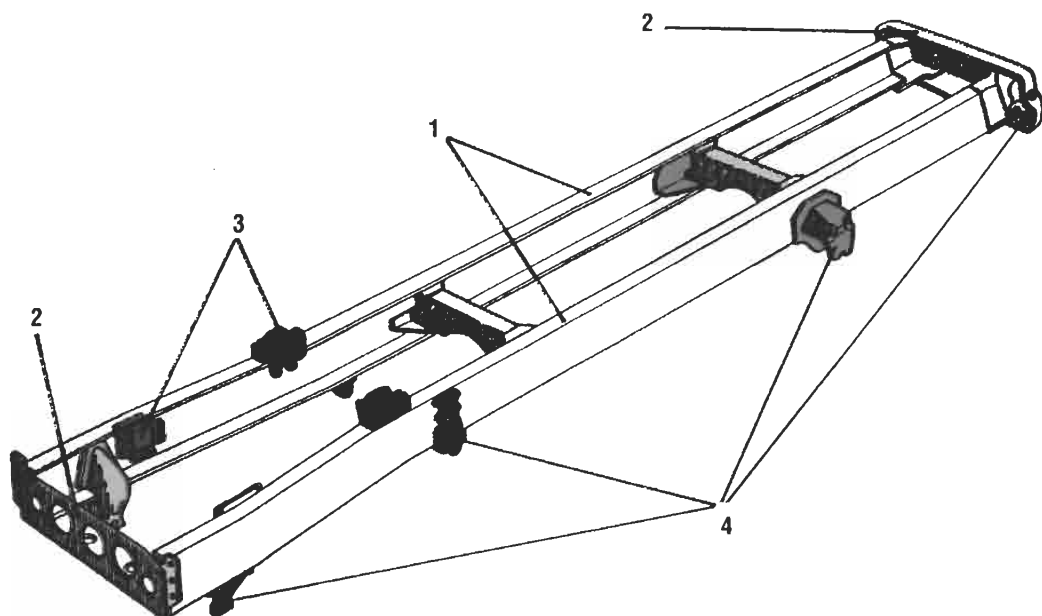
## CONCEPTO

**754.** En los **vehículos pesados**, la **suspensión** o la forma de mantener una relación elástica entre el bastidor y las ruedas adquiere la **mayor relevancia** no solamente para soportar la carga sino también para asegurar la **regularidad de la marcha y la estabilidad** del vehículo, **sobre todo** en las **curvas**, al circular por **terrenos irregulares**, al **acelerar**, al **frenar**, etc., es decir, en las **situaciones** en las que **actúan** las **fuerzas dinámicas** que afectan a la masa del vehículo.

## SUSPENSION

**755.** La **suspensión** está compuesta por una serie de **muelles** que efectúan una **labor intermedia** entre el bastidor y las ruedas, encargados de **absorber y estabilizar los golpes** de las ruedas contra el suelo, es decir, **conseguir el efecto de estabilización** de las vibraciones u ondulaciones producidas durante la marcha.

Los **elementos** que forman la **suspensión se apoyan** siempre en el **bastidor**, por una parte, **y en el eje de las ruedas** por otra.



Conjunto de un bastidor convencional de un vehículo pesado.

1. Largueros. 2. Travesaños. 3. Soportes para los elementos mecánicos. 4. Soporte para las ballestas.

## SUSPENSION MECANICA

**756.** En los **vehículos pesados** la **suspensión mecánica** tiene, además, **otros objetivos** que en los vehículos ligeros.

Los **elementos fundamentales** que entran a formar parte de un conjunto de **suspensión mecánica** para **grandes vehículos**, son fundamentalmente **tres**:

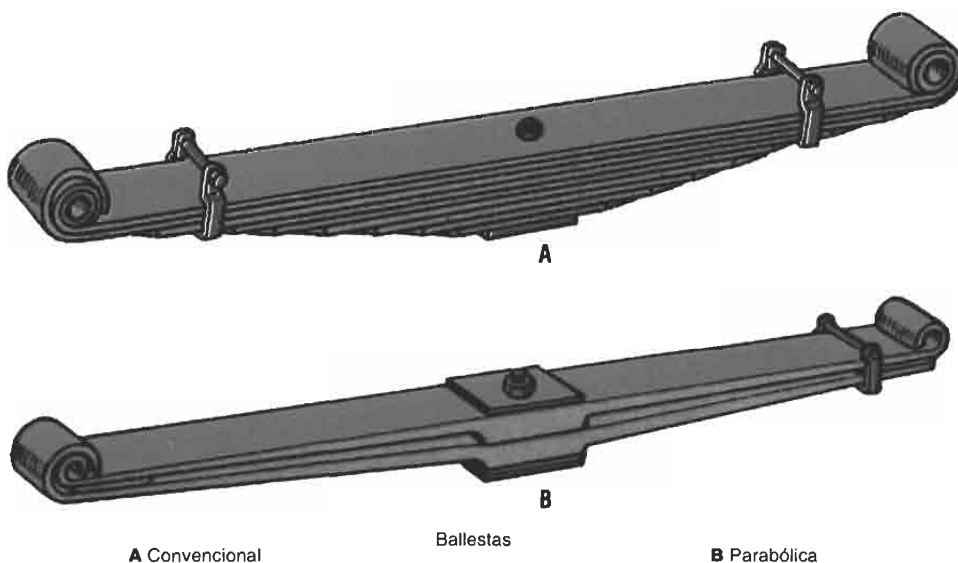
- Las **ballestas**.
- Los **amortiguadores**.
- Las **barras estabilizadoras**.

### BALLESTAS

**757.** Las **ballestas** son **elementos fundamentales** de toda **suspensión** de vehículos pesados, recibiendo también el nombre de "**muelles de láminas**".

Se puede considerar que existen **dos tipos** de **ballestas**, empleadas según sea el tipo de vehículo y la carga a transportar:

- **Convencionales**.
- **Parabólicas**.



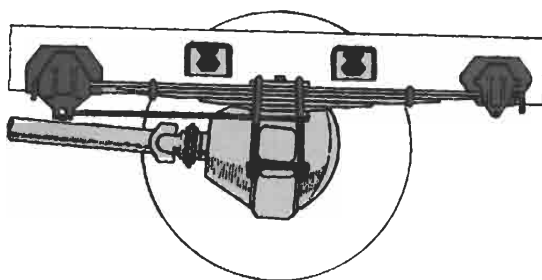
Las **ballestas convencionales** se caracterizan por su **alto grado de fricción**, que al flexionarse contribuyen en gran medida a **aumentar la resistencia** proporcionando mucha rigidez.

Se emplean en **vehículos** que deben transportar **grandes cargas** por **malos terrenos**.

**758.** Las **ballestas parabólicas** se diferencian en que las hojas **no** tienen un **grosor uniforme en toda su longitud** como sucede en las convencionales.

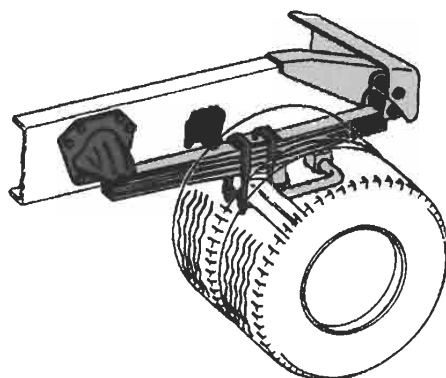
Poseen un **grado de fricción menor perdiendo rigidez** con respecto a las convencionales.

Se emplean en **vehículos** que transportan las **cargas por autopistas y autovías**, resultando **más blandas y adecuadas** para desarrollar **mayores velocidades** en transportes de **largas distancias**.



Convencional

Situación de las ballestas en el eje trasero

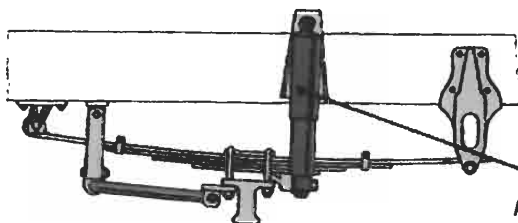


Parabólica

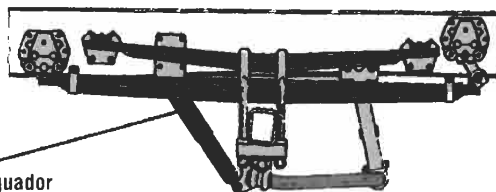
## AMORTIGUADORES

**759.** La presencia de **amortiguadores** en la **suspensión añade** una serie importante de **cualidades** a la misma, **sobre todo** cuando el **vehículo** transita **cargado** por **malos caminos**, donde las oscilaciones de las ballestas **perjudican** gravemente a la **estabilidad** del vehículo.

Con el fin de **controlar** estos movimientos **oscilatorios**, se monta, anclado **entre el bastidor y la ballesta**, un **amortiguador hidráulico**.



Delantero



Trasero

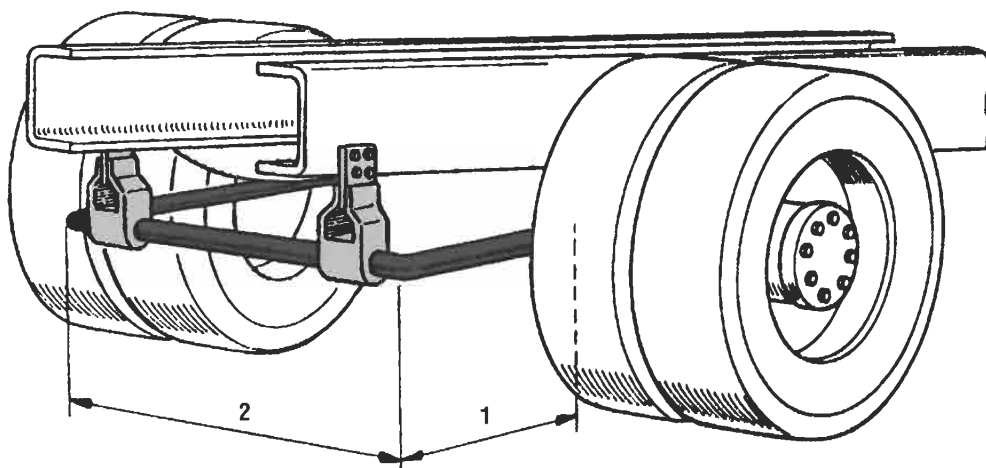
Amortiguador

Amortiguadores en los ejes

## BARRAS ESTABILIZADORAS

**760.** La **función** primordial de las **barras estabilizadoras** es la de **mejorar la rigidez torsional** de la **suspensión**, haciéndose cargo de los desequilibrios que las **fuerzas** de desplazamiento producen en cada **parte extrema** del vehículo **al describir una curva**, manteniéndose **perpendicularmente al eje** del mismo, uniendo ambos largueros del bastidor.

De esta manera **estabilizan** el vehículo en **sentido longitudinal anulando** los efectos de **balanceo lateral** que se producen en las **curvas**.



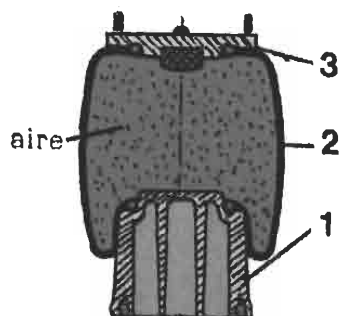
Disposición típica de una barra estabilizadora montada en un eje trasero.  
**1** Brazo de palanca. **2** Parte activa torsional de la barra estabilizadora.

## SUSPENSION NEUMATICA

**761.** La **suspensión neumática** se está empleando mucho en los **grandes camiones** por resultar **muy robusta** y a la vez **suave** en su adaptación a las irregularidades del terreno, **sustituyendo** la labor básica de las **ballestas**, que normalmente no llevan, por la acción de unos **fuelles o cojines de aire** (neumáticos), colocados **sobre los ejes**, generalmente **traseros**, y a veces **también** en el **delantero**, **colaborando** en la **estabilidad** del conjunto mecánico de la **suspensión** las **barras de reacción** y los **amortiguadores**.

## COJINES O FUELLES NEUMATICOS

**762.** En el resorte (cojín) neumático hay **un émbolo (1)**, montado sobre el eje de las ruedas o brazos de la suspensión de las mismas, un **diafragma de caucho (2)** y una **placa de cierre (3)**, unida al bastidor. Al oscilar las ruedas, el **émbolo se desplaza** variando la altura del diafragma y produciendo un **aumento de presión**, con lo que el muelle tiende a recuperarse. Cuanto más se infle el resorte más carga podrá soportar, hasta un cierto límite.



Esquema

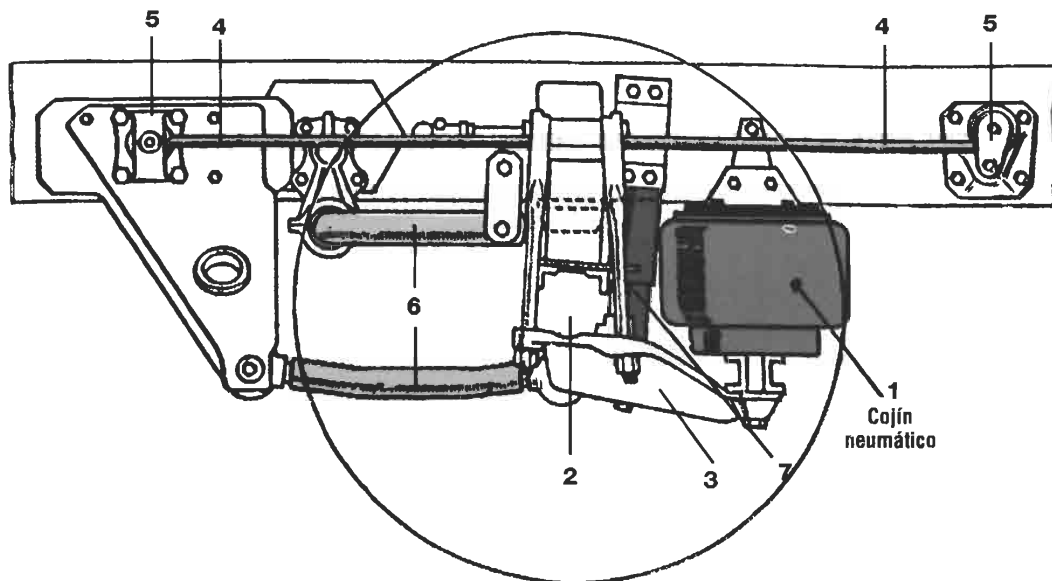
1 Émbolo. 2 Diafragma de caucho. 3 Palanca de cierre.



Cojín o fuelle neumático

Situación ocupada en la suspensión neumática de un camión.

**763.** Existe el caso de la **utilización de un solo cojín o fuelle neumático por cada lado del eje y también de dos**, dependiendo del fabricante del vehículo.



Organización de un conjunto de suspensión neumática con un solo cojín neumático

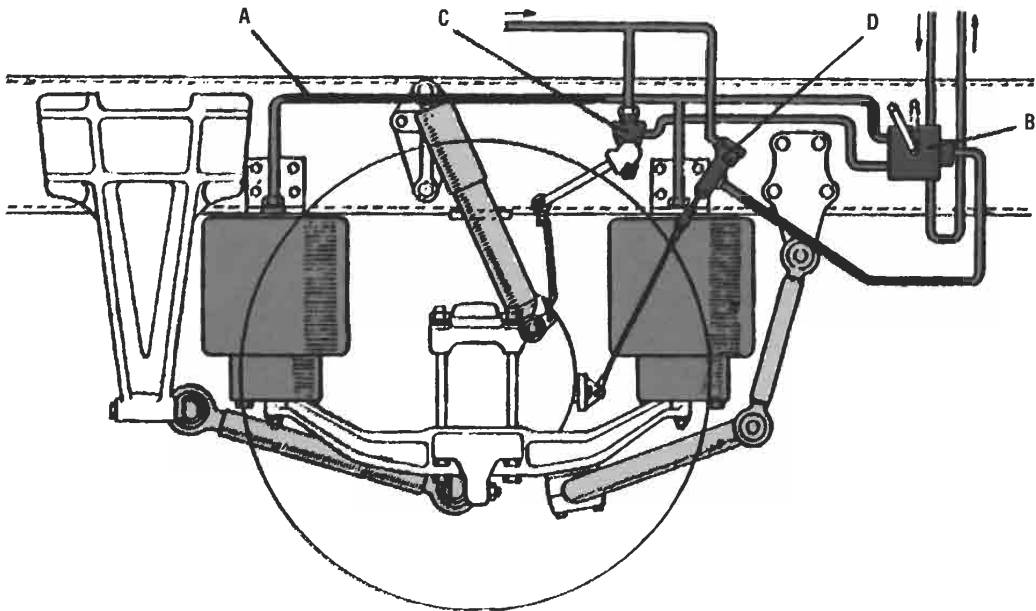


**764.** El **fuelle neumático (1)** está colocado en el **eje trasero (2)** sostenido por el **soporte (3)**. La parte **superior del cojín** queda **anclada** a una hoja de **ballesta (4)** que tiene sus **anclajes (5)**.

El **conjunto** de las **barras de reacción (6)** establece el control en las **aceleraciones** y en las **deceleraciones del eje y el amortiguador (7)** y colabora en la **estabilidad** del conjunto mecánico de la suspensión.

### CIRCUITO DE AIRE COMPRIMIDO

**765.** La **acción** llevada a cabo por los **cojines o fuelles neumáticos** comporta un **control** constante del **aire comprimido** que se halla **dentro** de ellos, lo que **hace posible** que se pueda **adaptar** la **suspensión** a diferentes **estados de carga, reparto de pesos** entre **ambos lados del mismo eje** y a la **posibilidad de elevar** hasta un determinado nivel el **bastidor** del vehículo **mediante** una serie de **válvulas**.



Organización mecánica de la suspensión neumática de dos cojines neumáticos y circuito de aire comprimido y las diferentes válvulas.

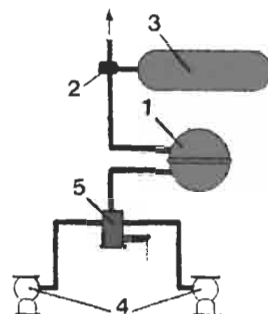
**A** Conducto de aire comprimido para la alimentación de los cojines. **B** Válvula de mando. **C** Válvula de nivelación. **D** Válvula limitadora de la altura máxima de elevación.

## CIRCUITO DE ALIMENTACION

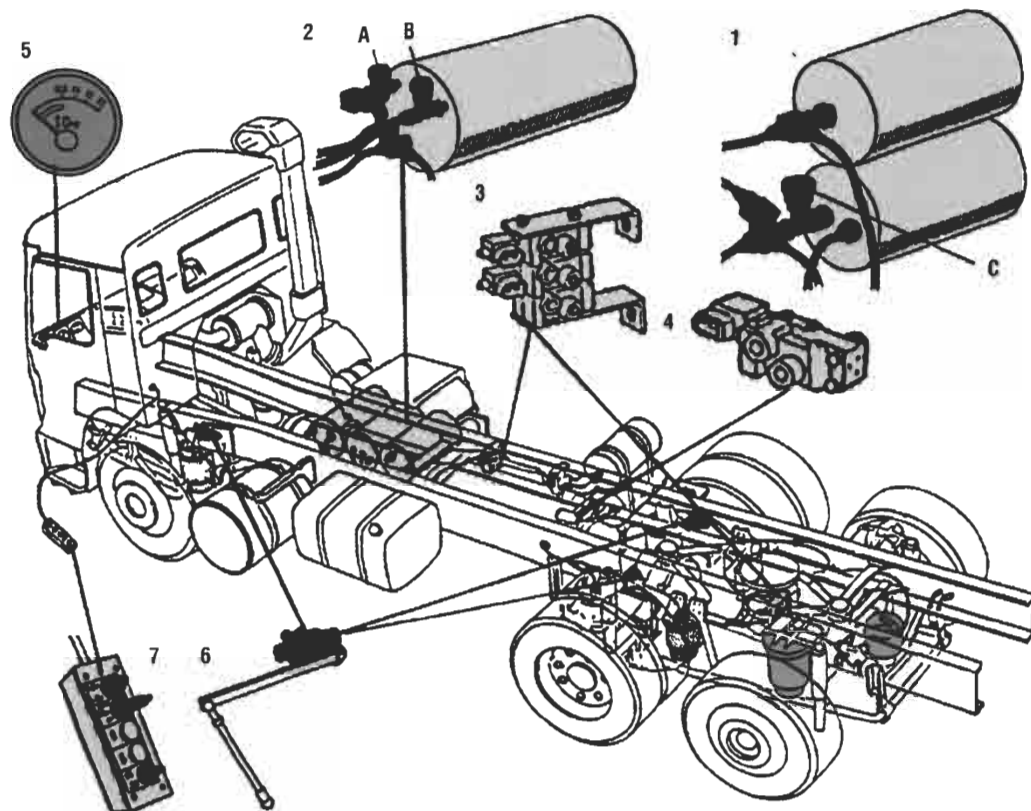
**766.** La **suspensión neumática pura no emplea líquido, sino sólo aire**. El motor mueve un **compresor** que almacena aire a presión en un depósito (calderín).

La **alimentación** de las unidades neumáticas, situadas en cada una de las ruedas, se realiza a través de una **válvula de nivelación** que permite mantener la presión adecuada dentro del diafragma, en función de la carga, firme, etc.

Es un **sistema muy indicado** para vehículos con **frenos de aire**, ya que se aprovecha su instalación para el circuito de alimentación del sistema de suspensión neumática.



Circuito de alimentación de una suspensión neumática  
**1** Calderín. **2** Válvula. **3** Calderín general. **4** Unidades neumáticas. **5** Válvula de nivelación.



Disposición general del equipo de aire comprimido para la alimentación de una suspensión neumática.

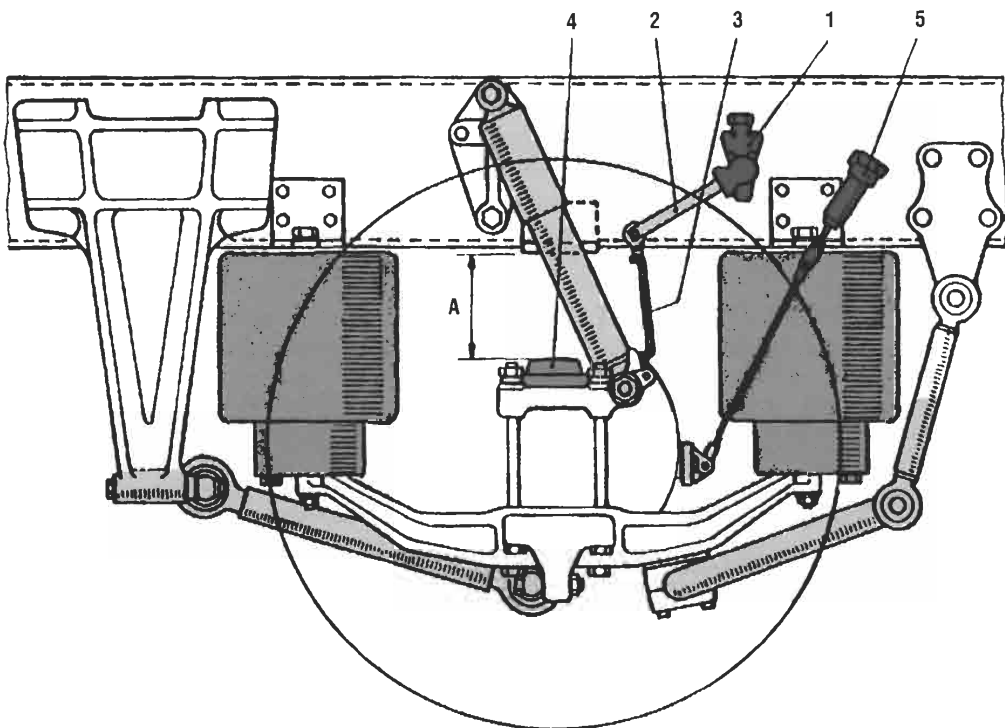
**1** Conjunto de los depósitos auxiliares para alimentación de la suspensión neumática. **2** Depósito húmedo. **3** Conjunto de válvulas solenoide. **4** Válvula solenoide aislada. **5** Manómetro. **6** Válvula de nivel. **7** Caja de mando para el accionamiento manual de la altura de la suspensión. **A** Válvula limitadora de presión. **B** Válvula de alivio en el depósito húmedo. **C** Válvula de alivio en los depósitos de aire de la suspensión.

## COMPENSADORES DE NIVEL

**767.** Una de las **características fundamentales** por la que el sistema de **suspensión neumática** es muy interesante es su capacidad de **conservar siempre el mismo nivel de la plataforma**, independientemente de la carga y su situación en el vehículo que la transporte.

**768.** Cuando **aumenta la carga** se produce una **reacción** en la **válvula de nivel** mediante la cual queda establecido un **ligero aumento** en la **presión interna** de los **fuelles (resortes) neumáticos**, de modo que éstos **compensan** automáticamente el **hundimiento** que la **mayor carga produce**, por las razones que sean, recuperando el nivel del vehículo como si estuviera descargado, razón por la cual el **vehículo no se ladea**.

El sistema cuenta con **dos mandos**, uno **automático** y otro **manual**.



Disposición de una válvula de nivel anclada entre el larguero y el eje.

**1** Válvula de nivel. **2** palanca de la válvula. **3** Varilla de mando. **4** Tope sobre el eje. **5** Válvula limitadora de altura máxima. **A** Cota de reglaje de la altura.

## MANTENIMIENTO Y PREVENCIÓN DE AVERÍAS

### MANTENIMIENTO

**769.** No es fácil que se produzcan **averías** en la suspensión **si** se hace un **buen mantenimiento** de la misma.

Un contratiempo **posible** es la **rotura** de algún **muelle o ballesta** que no impediría continuar viaje tomando precauciones.

Con el tiempo los **muelles, resortes o barras ceden** perdiendo elasticidad.

En cualquier caso hay que **proceder a su reparación** lo antes posible.

**770.** Seguidamente se mencionan las **operaciones** de **mantenimiento** que se deben realizar:

- **Engrasar** en su caso:
  - **Gemelas** de las **ballestas**.
  - **Bielas** de **reacción y empuje**.
  - **Juntas esféricas y apoyos**.
- **Evitar** que el **polvo** y la **humedad** oxiden las ballestas.
- **Apretar las sujeciones y renovar los casquillos** de goma de los **amortiguadores** si están flojos.

**771.** - **Revisar todo el bastidor y los apoyos**, pernos y tuercas de sujeción de la carrocería, apretando donde haga falta.

- **Observar en busca de cualquier avería en la cabina**, caja y todo el conjunto. Engrasar bisagras, cerraduras y todas las partes móviles metálicas.
- **Revisar y apretar el montaje de la rueda de repuesto**.
- **Comprobar que el extintor de incendios está en buenas condiciones** de uso, en su caso.
- **Revisar interior de la carrocería y tapizado**.
- **Comprobar los elementos** de la **suspensión neumática e hidroneumática**.

### SUSPENSION NEUMÁTICA

**772.** En la **suspensión neumática**, particularmente, se deben tener en cuenta los siguientes **cuidados**:

- **Control** de los **resortes** (fuelles) **neumáticos**.
  - Que **no** tengan **fugas** de aire.
- **Reglaje** de las **válvulas de nivel**.
  - Que un **lado** de la **plataforma** **no** esté **desnivelado respecto** del **otro**.
- **Reglaje** de la **válvula de altura** máxima.
  - Que al **alcanzar** la **altura máxima** **se interrumpe** el **paso del aire** a la válvula.
- **Control** del **estado de las tuberías** cuidando que todos los **enlaces** estén en **perfectas condiciones**.

## PREVENCIÓN DE AVERIAS

| 773. | DEFECTO                                      | CAUSA  | ¿QUE HACER?  |
|------|--|--|--|
|      | <b>Suspensión muy blanda</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muelles cedidos.</li> <li>• Mal estado de los amortiguadores.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazar.</li> <li>• Sustituir.</li> </ul>  |
|      | <b>Suspensión muy dura</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal estado de los muelles o barras de torsión.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución.</li> </ul>   |
|      | <b>El vehículo cabecea</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amortiguadores deformados.</li> <li>• Muelles delanteros deformados.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir.</li> <li>• Sustituir.</li> </ul>   |
|      | <b>El vehículo se inclina hacia delante</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muelle averiado.</li> <li>• Ballesta rota.</li> <li>• Barra de torsión mal.</li> <li>• Avería sistema hidráulico, neumático o hidroneumático.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reponer.</li> <li>• Cambiar.</li> <li>• Reponer.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
|      | <b>Ruidos y golpes en la parte delantera</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cojinetes defectuosos.</li> <li>• Pivotes y casquillos dirección mal.</li> <li>• Amortiguador deformado.</li> <li>• Barras o gomas gastadas.</li> <li>• Brazo de suspensión defectuoso.</li> <li>• Articuciones flojas.</li> <li>• Silentbloc en mal estado.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar.</li> <li>• Cambiar.</li> <li>• Cambiar.</li> <li>• Cambiar.</li> <li>• Cambiar.</li> <li>• Apretar.</li> <li>• Cambiar.</li> </ul> |
|      | <b>El vehículo bota y pierde adherencia</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neumáticos excesivamente inflados</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar presión.</li> </ul>   |

### 773.1 AMORTIGUACIÓN ADAPTATIVA-SUSPENSIÓN ADAPTATIVA

El sistema de suspensión consta de tres componentes:

- **Regulación de nivel en los ejes delantero y trasero.**
- **Ajuste de nivelación manual y dependiente de la velocidad.**
- **Sistema de amortiguación adaptativa.**

Estos componentes se encargan de que el vehículo, independientemente de su condición de carga, permanezca a nivel constante; del ascenso y descenso automático dependiente de la velocidad, o manual, del nivel del vehículo; y de la regulación de la fuerza de amortiguación con control electrónico. Las ventajas que proporciona son baja posición del centro de gravedad; baja resistencia del aire; menor fuerza ascendente en el eje delantero; acomodación de la amortiguación a las condiciones de la vía y al modo de manejo; y mayor seguridad y estabilidad.

El ajuste de nivel se realiza en tres escalones: nivel de vehículo normal, bajo y alto.

Las válvulas de amortiguación conectadas al dispositivo electrónico de control permiten ajustar cuatro diferentes niveles de fuerza de amortiguación: duro, normal, blando o confort. El tiempo de regulación extremadamente corto, 0.05 segundos puede tener el nivel óptimo de fuerza de amortiguación en el caso de cambios repentinos de condiciones de conducción.

La incorporación de la electrónica y las distintas disposiciones de los elementos citados a lo largo del Capítulo dan lugar a suspensiones que reciben distintos nombres de los fabricantes que las incorporan a sus productos. (Véase art. 753.1).

# TEMA XII

## SISTEMA DE DIRECCION

### CONCEPTOS GENERALES. MISION

**774.** El **sistema de dirección** es el conjunto de mecanismos que tienen la misión de **orientar las ruedas directrices** que, normalmente, son las delanteras, si bien existen vehículos en los que lo son las cuatro ruedas, (eje delantero y trasero), que no hay que confundirlo con los camiones rígidos que tienen dos ejes delanteros y ambos son directrices.

Al **entrar** en las **curvas** y en su desarrollo, el vehículo está sometido a una **fuerza** que tiende a **impulsarlo hacia fuera** de la curva. Esta fuerza se conoce como **"fuerza centrífuga"**. La **tendencia** del vehículo es a seguir en **línea recta**.

### CARACTERISTICAS QUE DEBE REUNIR

**775.** La **dirección** ha de **reunir** una serie de **cualidades**, como:

- **SUAVIDAD:** El accionamiento se ha de realizar casi sin esfuerzo, lo cual **se conseguirá mediante una desmultiplicación o un sistema asistido**, así como un buen reglaje y lubricación.

- **SEGURIDAD:** Es uno de los principales factores de seguridad activa, que dependerá de la **fiabilidad** del sistema, la calidad de los materiales empleados y de su correcto funcionamiento.

**776.** - **PRECISION:** El sistema no debe ser **ni muy duro ni muy blando**, para lo cual no debe haber juego entre sus elementos. Las **cotas** han de ser **correctas**, el **desgaste de los neumáticos simétrico** y su presión de inflado se debe ajustar a lo indicado por el fabricante. Las **ruedas deben estar equilibradas**.

- **IRREVERSIBILIDAD:** El volante ha de **transmitir el movimiento** a las **ruedas**, pero **éstas**, a pesar de las irregularidades del terreno no deben **transmitir las oscilaciones** al volante.

### ELEMENTOS

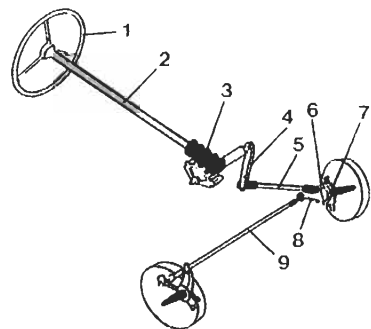
**777.** La **orientación** deseada de las ruedas se consigue mediante una **cadena cinemática**, que transmite el movimiento de giro del volante a las ruedas.

Los **elementos** se clasifican en:

- **VOLANTE Y ARBOL DE DIRECCION (COLUMNA).**

- **CAJA Y ENGRANAJES DE DIRECCION.**

- **PALANCA Y BARRAS DE DIRECCION (TIMONERIA).**



Sistema de dirección

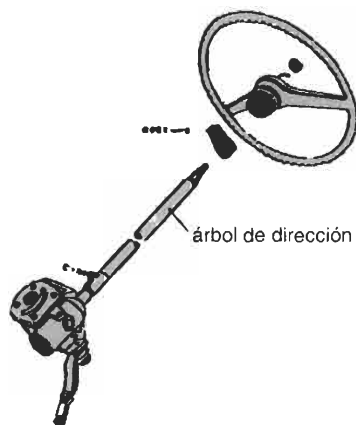
**1** Volante. **2** Arbol. **3** Engranaje. **4** Brazo. **5** Biela. **6** Palanca de mando. **7** Mangueta. **8** Palanca de acoplamiento. **9** Barra de acoplamiento.

## VOLANTE Y ARBOL DE DIRECCION

**778.** El **volante** es el **órgano de mando** del sistema de dirección. Los detalles de su construcción varían según el fabricante. Circulando en línea recta no debe dificultar la visión del tablero del vehículo.

El **árbol de dirección** está encerrado (unido) en una **caja fijada** por el extremo inferior en la **caja de engranajes** de dirección y, en el centro o en su parte superior, por una brida o soporte que lo sujeta al **tablero o a la carrocería** del vehículo. **Su extremo superior se une al volante.**

**Al conjunto árbol y caja se le denomina columna (arbol) de dirección.**



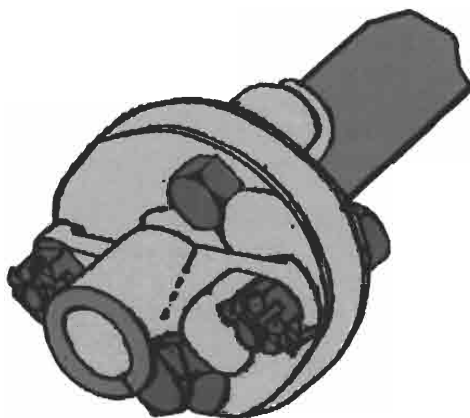
Volante y árbol de dirección (columna de dirección)

## ARBOL DE DIRECCION PARTIDO

**779.** Para evitar que las vibraciones del sistema de dirección, debidas a las irregularidades del terreno o al funcionamiento del motor, se transmitan al volante, a veces **se dispone del árbol de dirección en dos piezas unidas mediante una junta elástica.**

Además, muy importante, **en caso de choque frontal el árbol cederá por esa junta**, con lo que el conductor tendrá menos consecuencias de impactar con el volante. (Seguridad pasiva).

También existen **otros dispositivos de seguridad** como es el **"airbag"** (cojín o colchón de aire) que actúa **hinchándose**, en caso de accidente, para **amortiguar el impacto contra el volante**. Sólo se **dispara** en virtud de una **deceleración** calculada por el fabricante, **sin que precise mantenimiento y reglajes**, debiendo en tal caso, sustituirse por otro. Se infla por los gases producidos por la explosión de un combustible sólido. Se hará una revisión del mismo cuando lo indique el fabricante.



Junta elástica antivibración

## CAJA Y ENGRANAJES DE DIRECCION

**780.** El **engranaje** del sistema de dirección es el mecanismo cuya función principal es **transformar el movimiento de giro del volante en movimiento lineal** (de izquierda-derecha o de derecha-izquierda) del brazo de dirección, y con ello orientar las ruedas.

**Se monta** en el interior de una **caja cerrada, fijada en el bastidor**, para preservarle del polvo y suciedad y contener el aceite de engrase, sirviendo de soporte al mecanismo de dirección, al volante y al brazo de dirección.

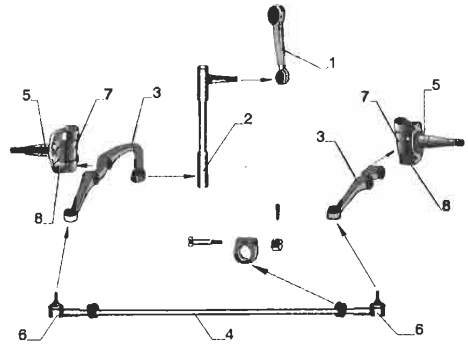
También **debe transformar** el pequeño **esfuerzo** realizado por el **conductor en otro esfuerzo mayor** y a su vez ha de mantener fija la orientación de las ruedas a pesar de las irregularidades del terreno.

En el **mecanismo o engranaje** de dirección se produce el **efecto desmultiplicador del giro del volante**.

## PALANCAS Y BARRAS DE DIRECCION (TIMONERIA) (BARRA DE ACOPLAMIENTO)

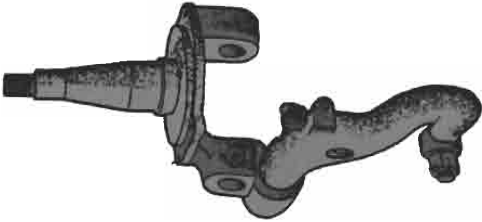
**781. Estos elementos** que transmiten el movimiento obtenido en el engranaje de dirección, **reciben el nombre de timonería de dirección**, dependiendo su disposición en gran medida del fabricante.

A través de este elemento o mecanismo son **orientadas las ruedas directrices**.



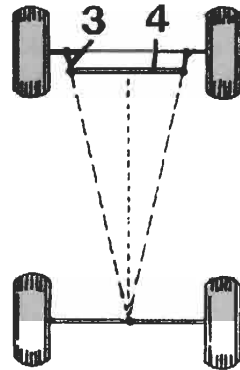
Timonería de la dirección

**1** Palanca de mando. **2** Barra de mando. **3** Brazos de acoplamiento y palanca de ataque. **4** Barra de acoplamiento. **5** Manguetas. **6** Rótulas. **7** Pivotes. **8** Horquillas.



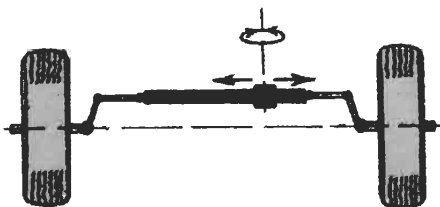
Mangueta y palanca de acoplamiento que al girar el volante producen la orientación de las ruedas delanteras. El pivote tiene la función de unir la mangueta al eje delantero de las ruedas.

**782. Al moverse el engranaje de dirección acciona la palanca de mando (1)**, que a su vez, **mueve la barra de mando (2)** conectada a la **palanca de ataque (3)** y ésta a su vez a los **brazos de acoplamiento (3)** y éstos a las **manguetas (5)** de la rueda, **con lo que al girar los brazos de acoplamiento, lo hacen las manguetas y después las ruedas**. (Véase art. 806).



Ángulo de los brazos de acoplamiento

**3** Brazo o palanca de acoplamiento. **4** Barra de acoplamiento.

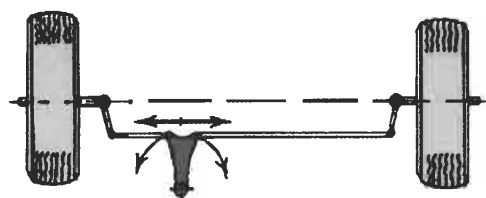


Acoplamiento por cremallera

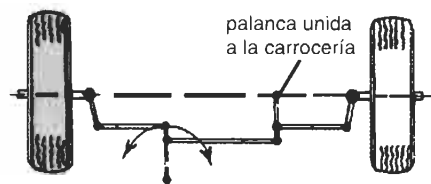
**784. Actualmente** se utilizan una serie de sistemas en los que el **árbol de dirección ataca directamente a la barra de acoplamiento**, cuyo sistema es de **dirección de cremallera**.



**785.** El **sistema de acoplamiento** puede ser mediante **barras de acoplamiento** divididas en dos e incluso en tres secciones.



De dos secciones



De tres secciones

Barra de acoplamiento

## ENGRANAJES DE DIRECCION

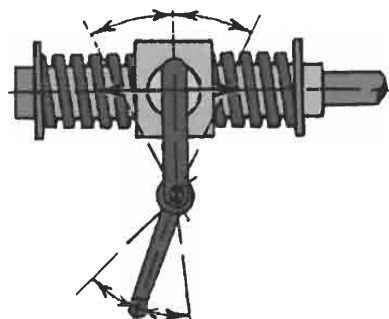
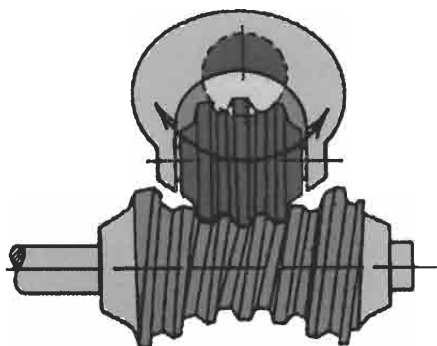
**786.** El **engranaje de dirección** es el **elemento desmultiplicador** de giro del volante.

**Según** la forma y los elementos empleados o la existencia de mecanismos especiales acoplados para transmitir el esfuerzo de giro a las ruedas, **se clasifican** en:

- **ENGRANAJES DE TORNILLO SINFIN.**
- **ENGRANAJES DE CREMALLERA.**

### ENGRANAJE DE TORNILLO SINFIN

**787.** Este engranaje **gira solidario al árbol de dirección** transmitiendo un movimiento de rotación a un dispositivo de traslación que engrana con él, comunicando el giro a la palanca de mando **que transmite el movimiento a las barras de acoplamiento** por medio de articulaciones.



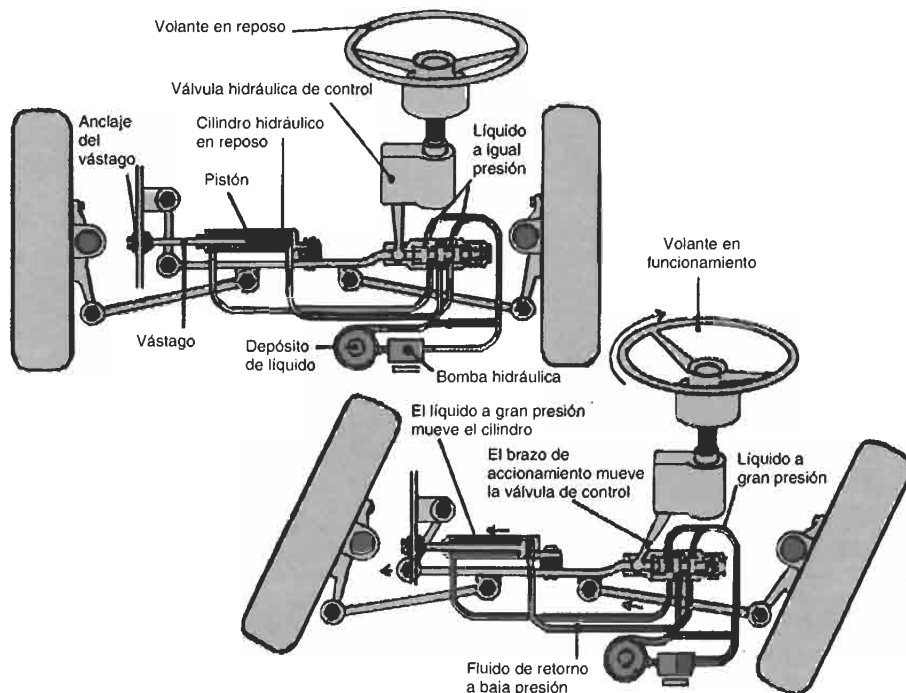
Tornillo sinfín

## 253

**792. La presión aplicada depende del esfuerzo del conductor sobre el volante.**

La bomba que proporciona presión al circuito se mueve mediante una correa y recibe el movimiento del motor. Las válvulas sensibles funcionan con el movimiento del volante o por la deflexión de las ruedas directrices.

Con todo ello se consigue hacer **más suave la dirección del vehículo.**



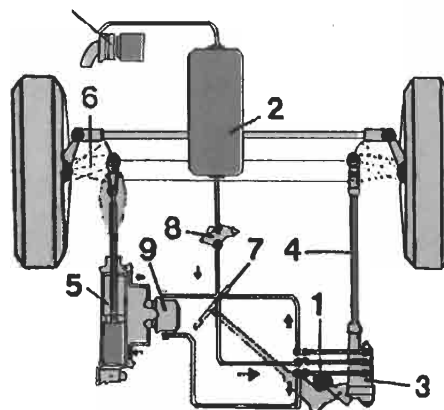
Dirección asistida por un circuito hidráulico

## DIRECCION ASISTIDA POR UN CIRCUITO NEUMATICO

**793. De funcionamiento similar al sistema hidráulico, pero con algunos órganos más. Se emplea, generalmente, en vehículos con circuito de frenos de aire comprimido (neumático).**

El **aire va al distribuidor** y de ahí a la válvula de descarga rápida, que lo manda al cilindro, al extremo correspondiente, **ejerciendo presión** sobre el émbolo que, al desplazarse, comunica movimiento al brazo direccional de las ruedas.

Al cesar la acción, el muelle del regulador hace que todo el mecanismo **retorne a su posición central inicial**. La presión en el circuito de mando es evacuada por la válvula de descarga.



Dirección asistida por un circuito neumático

1 Engranaje de dirección. 2 Depósito de aire comprimido. 3 Válvula de control o distribuidor. 4 Palanca de dirección. 5 Cilindro de doble efecto. 6 Brazos de acoplamiento. 7 Volante. 8 Grifo paso automático aire. 9 Válvula descarga rápida.

## LOCALIZACION DE AVERIAS

**794. Síntomas** básicos que determinan las **posibles averías** de la **caja de la dirección** y de sus componentes, en los casos de **direcciones servoasistidas por mando hidráulico** en los vehículos pesados.

Las **causas** pueden encontrarse entre las **siguientes** y deben ser investigadas por el **mismo orden** de importancia que se relaciona.

### DIRECCION DURA EN TODOS LOS GIROS

- 795. 1. Falta de presión** en el circuito por **pérdida de líquido** hidráulico (reponer).  
**2. Filtro** del líquido hidráulico **obturado** (limpiar o reponer).  
**3. Mal estado** de la **servobomba**.  
**4. Fugas de presión** externas e internas.  
**5. Aire** en el interior de las **canalizaciones** (proceder al sangrado).  
**6. Desajuste** de los **órganos de mando** de las manguetas (brazo, barra y rótulas) o **gripado** de alguno de los pivotes de la mangueta.

### DIRECCION DURA SOLO AL GIRAR A LA IZQUIERDA O A LA DERECHA

- 796. 1. Falta de estanqueidad** por desgaste de las **juntas tóricas** de **estanqueidad**.  
**2. El limitador izquierdo mal** regulado o falta de estanqueidad.  
**3. El limitador derecho mal** regulado o falta de estanqueidad.

### LA DIRECCION RETORNA LENTAMENTE

- 1. Mal engrase** de los **elementos móviles** de la dirección o deterioro de los mismos.  
**2. Dificultad de giro** de la **barra de articulación** y en las uniones de la **barra de acoplamiento**.

### DIRECCION IMPRECISA EN LINEA RECTA

- 797. 1. Falta de líquido** hidráulico (reponer).  
**2. Presencia de aire** en el interior del **circuito**.  
**3. Juego o huelgo excesivo** en el interior de la **caja de la dirección u órganos** de mando (brazo, barra, mangueta, etc.).

### SENSIBILIDAD DEL VOLANTE A LAS IRREGULARIDADES DE LA CALZADA

- 798. 1. Falta de líquido** hidráulico (reponer).  
**2. Presencia de aire** en el interior del **circuito** (sangrar).  
**3. Juego excesivo** en el interior de la **caja de la dirección u órganos** de mando (brazo, barra, mangueta, etc.).

### LA DIRECCION TIENDE A IRSE HACIA UN LADO

- 1. Mal funcionamiento** de la **caja de la dirección** porque la **válvula de distribución** de la presión hidráulica **trabaja en malas condiciones** (Taller).

## LA DIRECCION FLOTA

- 799.**
- 1. Juego o huelgo excesivo** en los **órganos de mando** (brazo, barras, etc.).
  - 2. Angulos de caída, avance y convergencia de las ruedas defectuosos.**
  - 3. Presencia de aire** en el interior del **circuito** (sangrar).
  - 4. Juego entre sí de los engranajes de la caja de la dirección** excesivo o que está **mal regulado**.
  - 5. Mal reglaje** del **centro** de la **caja de la dirección**.
  - 6. Mal estado de las llantas** o de los **tambores** de freno **muy ovalizados**.

## LA DIRECCION ES RUIDOSA

- 1. Falta de líquido** hidráulico (reponer).
- 2. Filtro del líquido** hidráulico **obturado**.
- 3. Aire en el interior del circuito** (sangrar).

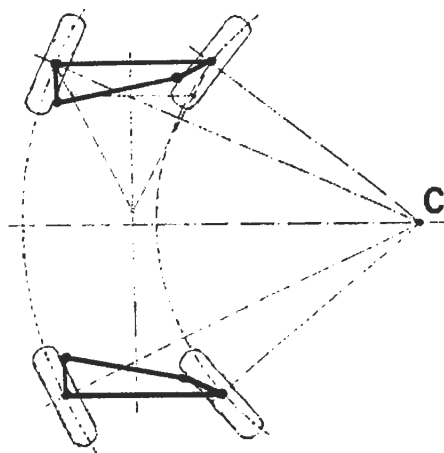
Para un correcto **cuidado** de la **dirección asistida** (servodirección) se debe **evitar** forzarla contra cualquier **obstáculo** (bordillos, piedras, baches, etc.).

En caso de **avería** en la **servodirección** se puede **seguir circulando** pero sólo como **emergencia**, ya que se acciona el sistema mecánico, si bien la dirección estará **muy dura y será casi insostenible**.

## DIRECCION AL EJE DELANTERO Y AL EJE TRASERO

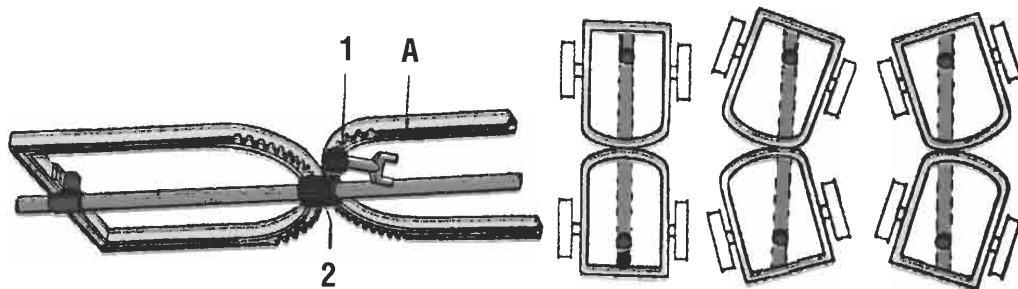
- 800.** Esta clase de **dirección** suele aplicarse a **vehículos** de tipo **industrial o militar** y también **agrícolas**, generalmente pequeños, pero que deben tener una gran facilidad de maniobra.

El mando es similar a los de concepción corriente pero de mayor robustez, **girando todo el vehículo** con **centro** en un **punto (C)**, situado sobre la **línea perpendicular** al eje del vehículo y **equidistante** de los **dos ejes** o puentes.



Dirección al eje delantero y trasero

**801.** Al hacer un viraje, **cuando se acciona el volante**, éste, a través del sinfín **hace girar al piñón dentado de la caja de mecanismos, como en cualquier sistema normal, pero, en este caso, el eje del piñón no va unido a ningún brazo de mando, sino al piñón (1), a través de una doble cruceta a la salida y al final, y un acoplamiento de estrías deslizante.**



Funcionamiento de una dirección al eje delantero y trasero

Al **girar el volante**, el **piñón (1)** **gira también y obliga** a la corona dentada del **semibastidor delantero (A)**, a **desplazarse** sobre el piñón imprimiendo un giro al bastidor, el cual, a su vez, y **a través del piñón (2)**, que gira en el mismo sentido, **obliga al bastidor de las ruedas traseras a girar**, desplazándose estas dos partes dentadas, de los **dos semibastidores**, hacia el **lado contrario** al de la **curva**, es decir, **un bastidor gira a la izquierda y otro hacia la derecha, o viceversa**, siendo ello muy práctico en espacios reducidos.

## COTAS DE DIRECCION (ANGULO DE GIRO)

### CONCEPTO

**802.** La **finalidad** principal de las **cotas** de la **dirección**, es hacer que sea **estable**, gracias a las **fuerzas** que se originan en las **ruedas** y articulaciones de las **manguetas**, como consecuencia de estas medidas constituidas por los **ángulos** de "**avance**", "**salida**", "**caída**" y "**convergencia**", a los que se les puede añadir el de "**divergencia**" o "**ángulo de viraje**", que aunque no interviene en la estabilidad en línea recta, es muy importante en las curvas.

### GEOMETRÍA DE LA DIRECCION (ANGULO DE GIRO)

**803.** Se designa **geometría** de la dirección, a los **ángulos y medidas** que debe tener un buen **sistema de dirección** para que sea:

- **ESTABLE** (cuando, soltando el volante desplazándose el vehículo en línea recta, tiende a mantenerse sin desviarse y cuando una vez efectuado el giro, tiende a tomar otra vez la línea recta).
- **PROGRESIVA** (cuando, para un mismo ángulo de giro del volante, las ruedas giran más según el ángulo que ocupe éste, es decir, que no hay que efectuar giros grandes en el volante para que las ruedas viren mucho).
- **SEMI-REVERSIBLE** (que las repercusiones de las desigualdades del terreno no lleguen al volante, si bien, el conductor debe percibir la calidad del estado de la calzada).

**804.** Como **cotas de dirección** se consideran dos factores:

- **Geometría de giro.**
- **Geometría de las ruedas.**

## GEOMETRIA DE LAS RUEDAS

**805.** Para un correcto funcionamiento del sistema de dirección, las ruedas directrices han de cumplir una serie de condiciones llamadas **COTAS GEOMETRICAS**, siendo las siguientes:

- **ANGULO DE AVANCE.**
- **ANGULO DE SALIDA.**
- **ANGULO DE CAIDA.**
- **CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA.**

## DEFINICION DEL PIVOTE Y DE LA MANGUETA (SISTEMA SIMPLE DE DIRECCION)

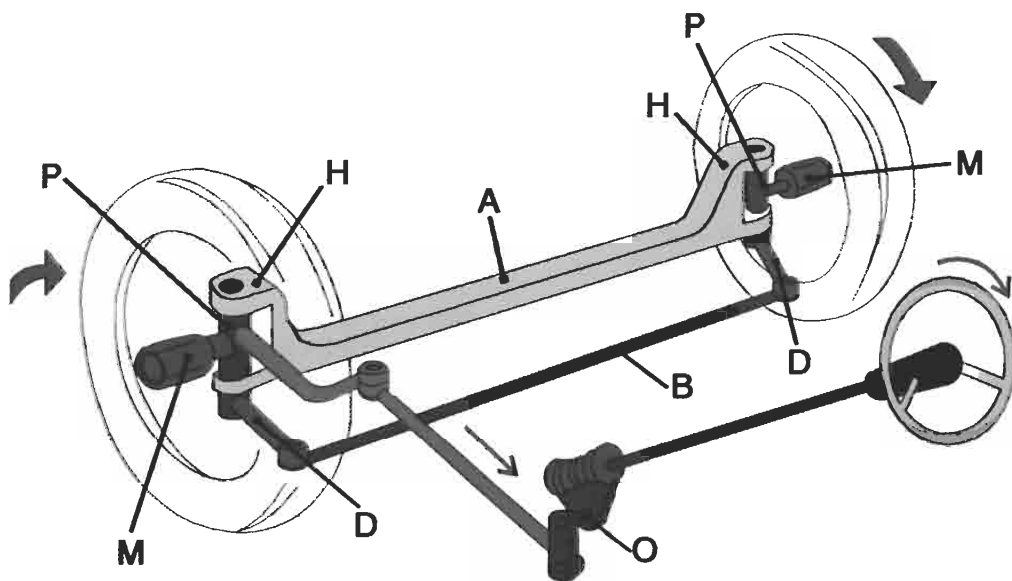
**806.** Los  **pivotes**  son los  **ejes**  sobre los que  **giran**  las  **manguetas**  y a su vez  **las ruedas** . Su  **inclinación y avance**  determinan las  **características**  de la  **dirección** . Están  **unidos**  al  **eje delantero**  y hacen que,  **al girar sobre su eje, oriente**  las  **manguetas**  hacia el lugar deseado. Sirven para  **unir**  la  **mangueta**  al  **eje delantero** . El  **pivote**  es el  **eje direccional**  (de giro) de las  **ruedas delanteras** .

Las  **manguetas**  son los  **ejes**  sobre los que  **giran**  las  **ruedas delanteras** .  **Cada**   **rueda delantera**   **tiene**   **una mangueta** .

## FUNCIONAMIENTO

**807.** El  **eje delantero (A)**  suele  **terminar**  en unas  **horquillas (H)** , que  **abrazan**  la articulación del  **pivote (P)**  alrededor del cual  **giran y se orientan**  las  **manguetas (M)** , sobre las que  **giran**  las  **ruedas delanteras**  mediante cojinetes o rodillos.

Las dos  **manguetas**  están  **enlazadas entre sí** . Para que la  **orientación**  de  **cada**   **rueda**  cumpla la misión impuesta de  **ceñirse**  a su respectiva  **trayectoria**  los  **brazos de acoplamiento (D)**  deben tener la  **orientación adecuada** , en cuyos  **extremos**  está  **unida**  la  **barra de acoplamiento (B)** .



Pivotes y manguetas

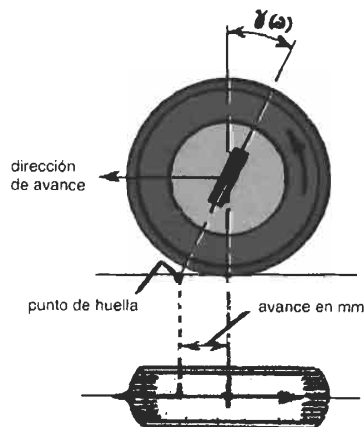
## ANGULO DE AVANCE

**808.** El eje del pivote no es vertical, si no que **por debajo apunta hacia delante** formando un **ángulo llamado de avance**, dando fijeza a la dirección.

Si el **ángulo de avance es menor** del debido, la dirección se hace **errante** (vagabunda) y si es **excesivo tira hacia un lado** produciendo una **trepidación oscilante** (inestable).

**Si se invierte el valor** del ángulo, **se hace negativo** (inclinación del pivote hacia detrás), **reaccionando bruscamente la dirección** (dura y peligrosa).

Cuando el vehículo está en marcha, **este ángulo hace** que la dirección sea estable y que, **después** de tomar una **curva**, las ruedas tiendan a volver a la **posición de línea recta**.



Ángulo de avance ( $\alpha$ ) que afecta al pivote formando la prolongación del eje del pivote con el eje vertical que pasa por el centro de la rueda, en el sentido de avance de la misma

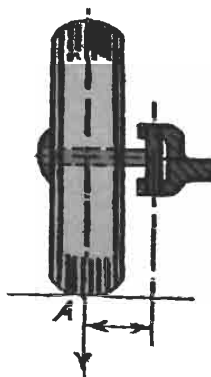
## ANGULO DE SALIDA

**809.** La **combinación de avance y salida** hace que la prolongación del eje del **pivote** encuentre el terreno lo **más próximo** posible al **centro de la base de apoyo de la rueda**, dando como resultado con esta cota el conseguir dar **estabilidad a la dirección** y ayudar a **restablecer la posición del volante después de un giro**, posición que puede ser recobrada **sin intervención del conductor**.

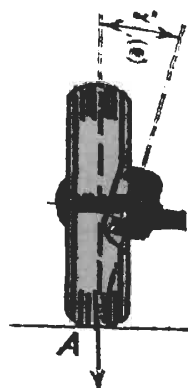
El ángulo **longitudinal y transversal** con respecto al **pivote** se llama **avance y salida**.



Ángulo de salida ( $\alpha$ ) que afecta al pivote



Esfuerzo máximo



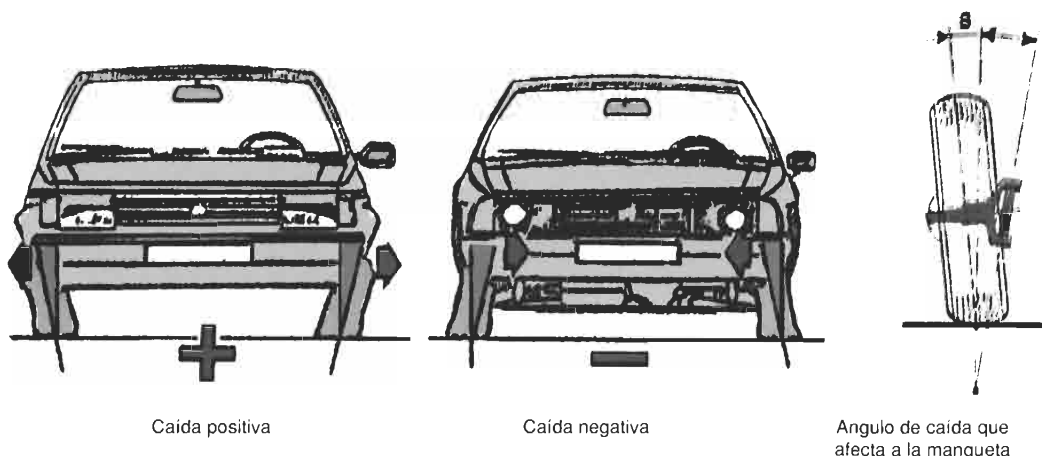
Esfuerzo mínimo



## ANGULO DE CAIDA

**810.** El ángulo de caída es el ángulo (B) que forma la **prolongación del eje de simetría de la rueda con el eje vertical** que pasa por el centro de apoyo de la rueda.

Con un **exceso de caída**, los neumáticos se desgastan más por los **bordes exteriores** y con una **falta de caída**, se desgastan más por los **bordes interiores**.



**811.** El ángulo de caída **positivo** reduce el **desgaste** del mecanismo de **dirección** y facilita el manejo de la misma. En los **extremos del eje delantero** van articuladas unas **terminaciones** donde **giran locas las ruedas**, llamadas **manguetas**, que varían según el modo de terminación del eje, **aunque su función es la misma**, es decir, la de **transmitir** los **esfuerzos** de la **rueda al eje** y hacer que ella gire con poco rozamiento.

El **ángulo de caída** se **consigue dando al eje de la mangueta una cierta inclinación respecto a la horizontal**, teniendo por **objeto desplazar el peso del vehículo** que gravita sobre el eje horizontal hacia el interior de la mangueta, **disminuyendo así el empuje lateral de los cojinetes** sobre los que se apoya la rueda.

El **ángulo de caída** puede ser **positivo o negativo**, dependiendo del fabricante.

El **ángulo positivo** es cuando las **ruedas están más separadas del chasis en su parte superior** (caen hacia el interior, la rueda está más separada del chasis en su parte superior) y **negativo** cuando están **más cercanas** (caen hacia el exterior). **Con el ángulo de caída** la rueda está inclinada haciendo que el **ángulo de salida disminuya**.

## CONVERGENCIA O DIVERGENCIA

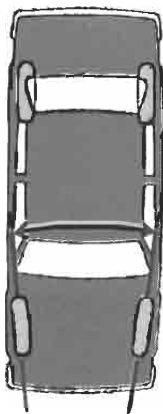
**812.** Los **planos verticales** determinados por las ruedas delanteras **no suelen ser paralelos**.

En los **vehículos de propulsión** se compensa la tendencia de las ruedas delanteras a **abrirse** durante la marcha, haciendo que las prolongaciones de sus ejes se corten por delante del vehículo, lo cual significa que las **ruedas son convergentes**.

En los **vehículos de tracción**, dependiendo de los valores de los ángulos de salida, caída y avance, **la convergencia puede ser positiva (convergencia) o negativa (divergencia)**. Usualmente es **negativa**, es decir, las ruedas delanteras son **divergentes**.

La **convergencia** de dos ruedas **se mide** por la **diferencia de distancias entre la parte anterior y la posterior de las llantas** de dichas ruedas, fijándose con el vehículo parado. La **convergencia** puede **ajustarse** por los **extremos roscados de la barra de acoplamiento**. Las **cotas de avance y salida afectan al pivote y la caída y convergencia afectan a la mangueta**.

Entre un vehículo de **tracción** y otro de **propulsión**, el **avance del pivote** será **mayor** en el de **propulsión**.



Convergencia relacionada con la mangueta

En los vehículos de propulsión trasera las ruedas se dirigen ligeramente una hacia la otra (hacia dentro por delante) para compensar la tendencia a abrirse durante la marcha.



Divergencia

En los vehículos de tracción delantera generalmente las ruedas se dirigen ligeramente hacia afuera por delante para compensar su tendencia a cerrarse durante la marcha.

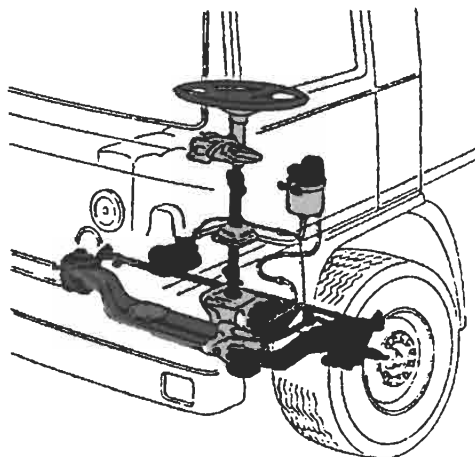
## INFLUENCIA DE LAS COTAS SOBRE LA DIRECCION

**813.** Aunque con **cada** una de las **cotas descritas** se consiguen **mejoras** específicas, éstas **están enlazadas entre sí** de tal manera que algunas veces **se complementan** y otras **tienden a corregirse** mutuamente.

## SITUACION, DESCRIPCION Y FUNCION DE LOS ELEMENTOS DE LA DIRECCION EN LOS VEHICULOS PESADOS

### SITUACION

**814.** Encima del **eje rígido delantero** y controlando el desplazamiento lateral de las manguetas, **se encuentra** una serie de **elementos** que forman el **conjunto de la dirección**.



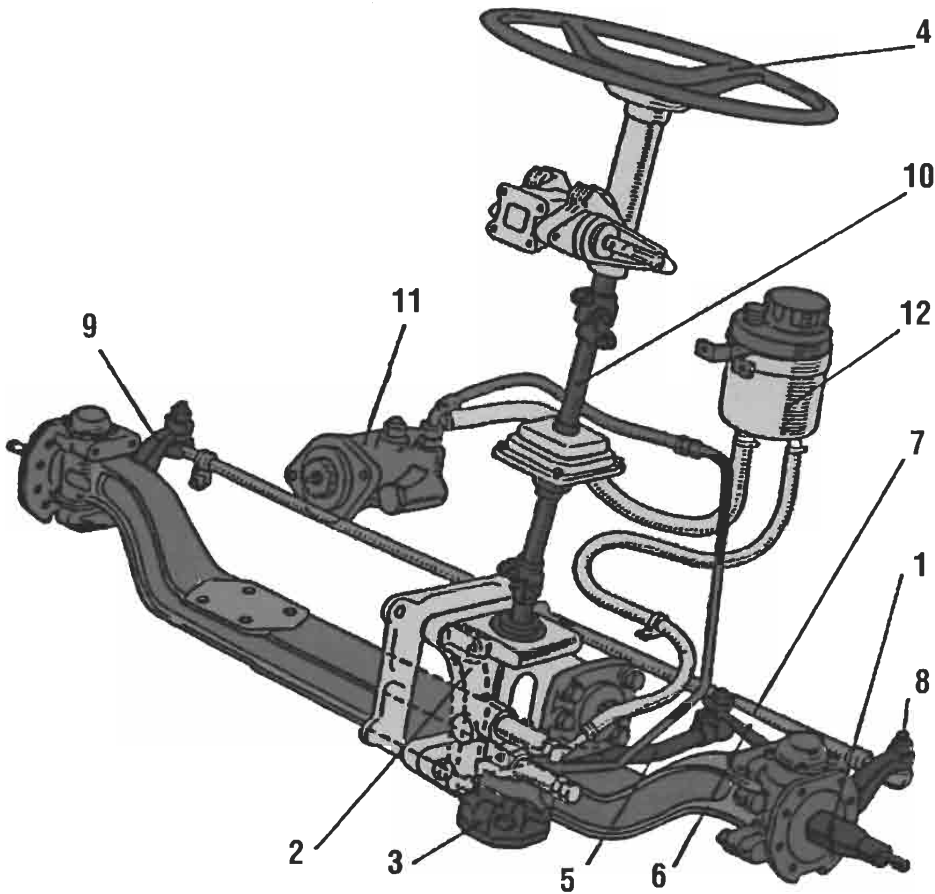
Situación del conjunto de dirección en un vehículo pesado

### DESCRIPCION

**815.** La **mangueta (1)** permite un **giro lateral** que transmite directamente a la **rueda**. Este **movimiento** de la mangueta viene **regido** por la posición del **brazo de mando (2)** que sale de la **caja de la dirección (3)** y cuya posición viene determinada por los engranajes internos y por la posición del **volante (4)**.

El **brazo de mando (2)** se une a una **barra de articulación (5)** la cual se acopla, por medio de una rótula, al **brazo de dirección superior (6)** por medio del cual se acciona y controla la posición angular de la **mangueta (1) del lado izquierdo**. Para trasladar este movimiento también a la **mangueta del lado derecho** se lleva a cabo por medio de la **barra de acoplamiento (7)**.

**816.** Como las **dos manguetas no son exactamente iguales**, la del **lado izquierdo posee**, además del **brazo de dirección superior (6)**, un nuevo **brazo** parecido **inferior (8)** el cual se encuentra en la parte baja de la **mangueta (1)** transmitiendo el movimiento recibido de su **brazo superior (6)** a la **barra de acoplamiento (7)**, por medio de una rótula, cuyo movimiento es, a su vez, trasladado por la **barra de acoplamiento (7)** hasta el **brazo de dirección inferior (9)** de la **segunda mangueta**.



Vista general del conjunto de elementos que forman el tren delantero destacando la presencia de los órganos de dirección.  
**1** Mangueta. **2** Brazo de mando. **3** Caja de la dirección. **4** Volante. **5** Barra de articulación. **6** Brazo de dirección superior. **7** Barra de acoplamiento. **8** Brazo de dirección inferior. **9** Brazo de dirección inferior en la mangueta derecha. **10** Columna de dirección. **11** Servobomba. **12** Depósito de líquido para el circuito hidráulico.

## FUNCION

**817.** Cuando el **conductor mueve el volante (4)**, el giro angular imprimido se manifiesta también en la **columna de la dirección (10)**, la cual se aplica al extremo de la **caja de la dirección (3)** transmitiendo este movimiento angular a sus órganos de mando constituidos por el **brazo de mando (2)** y demás elementos.

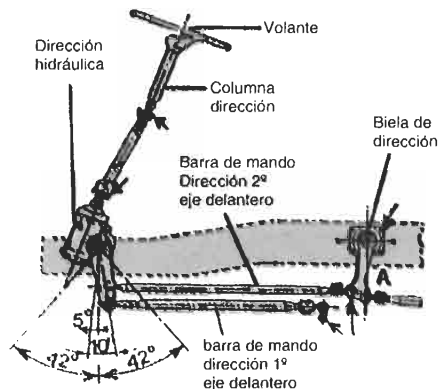
Como quiera que el **roce de las ruedas sobre el pavimento** con el vehículo inmóvil y cargado **es muy importante** a la hora de ejercer sobre ellas el desplazamiento lateral que determinará su giro, la **caja de la dirección (3)** debe **multiplicar la fuerza** dada por el conductor desde el **volante (4)**, para lo cual se ha dispuesto de un sistema hidráulico, llamado "**servodirección**" o "**dirección servoasistida**", cuyo sistema consta de una **servobomba (11)** que es accionada por el motor, haciendo circular una corriente de líquido que recibe desde el **depósito hidráulico (12)**, haciendo aumentar la presión hasta el punto de ayudar en el empuje de la **caja de dirección (3)** en el movimiento iniciado por el conductor desde el **volante (4)**.

## DIRECCION DOBLE (EJE DOBLE)

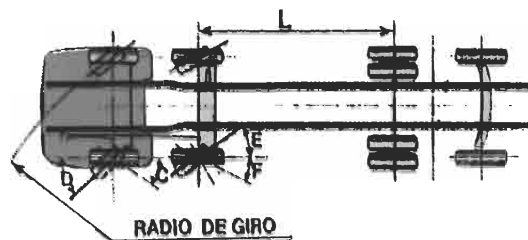
**818.** Existen **camiones** de gran tonelaje que llevan **dos ejes** delanteros **directrices**, llevando las direcciones de ambos combinadas para que las cuatro ruedas guíen el vehículo.

El **volante manda** por un brazo **dos bielas**, **una** que **acciona** el **primer eje** con su barra de acoplamiento y **otra** que **enlaza** con el **segundo eje** con su barra de acoplamiento.

La **unión** entre bielas va **colgada** de una articulación al **bastidor**. De esta forma, los **movimientos de virada** en las **ruedas** de **ambos ejes** quedan perfectamente **coordinados**.



Dirección primer eje delantero



Dos ejes delanteros directrices

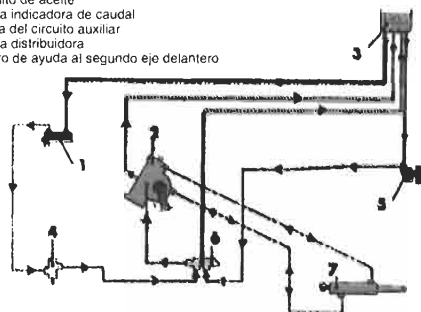
**819.** El circuito hidráulico de **doble dirección** consta, además de la dirección hidráulica, de un **cilindro de ayuda hidráulica** al segundo eje delantero (**7**) y de un circuito de aceite auxiliar. El **circuito auxiliar** está alimentado por una **bomba** (**5**) accionada por la transmisión del vehículo a la salida de la caja de cambios.

El **cilindro (7)** es un cilindro de **doble efecto**, cuya función es repartir el trabajo de la dirección hidráulica. Actúa con el aceite a presión que le llega de la dirección y los dos tubos a él conectados tienen las funciones alternativas de presión o retorno, según el sentido de desplazamiento del émbolo de trabajo de la dirección.



Cilindro de ayuda al segundo eje delantero

1. Bomba del circuito principal
2. Dirección hidráulica integral con válvula reguladora de presión incorporada
3. Depósito de aceite
4. Válvula indicadora de caudal
5. Bomba del circuito auxiliar
6. Válvula distribuidora
7. Cilindro de ayuda al segundo eje delantero



Circuito hidráulico de doble dirección.

**820. La bomba (5)** del circuito auxiliar, movida por la transmisión del vehículo, **envía**, normalmente, el **aceite** directamente **al depósito** a través de la **válvula distribuidora (6)**, pero si el circuito alimentado por la bomba principal, movida por el motor, se interrumpe, bien por fallo de la bomba o del propio motor, la **válvula distribuidora (6) envía el aceite de la bomba auxiliar hacia la dirección (2)**, asegurando en todo momento la ayuda hidráulica.

La polea de la **bomba auxiliar (5)** lleva el mecanismo de desconexión del tipo de rueda libre, que **desconecta la polea del rotor de la bomba** cuando el camión rueda marcha atrás, evitando que la bomba se deteriore al girar en sentido contrario.

La bomba del circuito auxiliar tiene el regulador de presión y el de caudal incorporados, pero la **bomba** del circuito principal **(1)** únicamente lleva incorporado el regulador de caudal.

La **válvula indicadora de caudal (4)**, instalada en el circuito principal, **permite detectar**, por medio de un testigo del cuadro de instrumentos, **cuándo no hay circulación de aceite** por alguno de los dos circuitos.

## MANTENIMIENTO, REGLAJES Y PREVENCION DE AVERIAS

### COMPROBACION DE COTAS

**821.** El conjunto de las **cotas de avance, salida, caída y convergencia** es lo que da **seguridad y suavidad a la conducción** del vehículo, manteniendo el desgaste normal de los neumáticos.

Estando los **ángulos de salida y caída** en el mismo plano y puesto que el ángulo de **salida** viene fijado por construcción, **sólo en caso de torcedura de éste habrá que comprobarlo** (en la práctica se mide y comprueba el de caída o inclinación de la mangueta), ajustándolo a su medida para compensar las pequeñas variaciones que haya tenido. Por tanto, salvo deformación aparente, carga excesiva o golpe, las **cotas que deben comprobarse son:**

- **Avance.**
- **Caída.**
- **Convergencia.**

**precisamente por este orden**, puesto que cada una influye en las siguientes.

Se debe tener mucho cuidado de no dar golpes de refilón a las ruedas contra los bordillos, piedras grandes, etc.

Ya que **no es fácil que la dirección se desregle** por torceduras del eje, bielass o palancas, el ajuste **se limitará, normalmente, a la inclinación (caída) y a la convergencia.**

Normalmente se debe mandar a comprobar la dirección una vez al año.

**822.** Los **síntomas** que denuncian **alteración** en las cotas son:

- **Desgaste en las cubiertas delanteras más acentuado en la mitad de la banda de rodadura que en la otra:**
  - En el lateral exterior de la banda de rodadura por causa de **ángulo de caída excesivo.**
  - En el lateral interior de la banda de rodadura por causa de **ángulo de caída insuficiente.**
- **Desgaste en borde afilado (lateralmente):**
  - **Hacia dentro** del vehículo por causa de **exceso de convergencia.**
  - **Hacia fuera** del vehículo por causa de **falta de convergencia.**

**Generalmente**, ante cualquier **anomalía en el desgaste de los neumáticos**, se recomienda una **revisión inmediata de la alineación del eje delantero.**

### REGLAJES

**823.** Independientemente de los ángulos o geometría de la dirección hay un **reglaje que nos limita el giro de las ruedas** al accionar el volante. Esta limitación se efectúa **por medio de unos topes** que van en las **manguetas**. Este reglaje viene **condicionado** por el reglaje de la **dirección hidráulica y sólo debe hacerse por el taller.**

## EQUILIBRADO DE LAS RUEDAS

**824.** Cuando las **vibraciones** de las ruedas se transmiten al **volante** de la dirección puede ser por **falta de equilibrado**. Su centro de gravedad no coincide con el eje de giro.

Para el **equilibrado** de las ruedas se recurre a intercalar entre la llanta y el neumático unas **pequeñas piezas de plomo** (contrapesos) distribuidas por la periferia.

Su **misión** es la de que se **reparta proporcionalmente el peso** de la **rueda** al **eje de giro** de la misma.

## MANTENIMIENTO

**825. Periódicamente** se deben comprobar:

- **Los niveles del lubricante** rellenando o cambiando en su caso.
- **La caja de la dirección.**
- **El depósito de la servodirección.**
- **El purgado** de las canalizaciones.
- **La correa de arrastre de la bomba** comprobando su estado, limpieza y tensado.
- **El engrase de las articulaciones**, especialmente, de los ejes de los pivotes, rótulas y soportes de reenvío.
- **Los guardabarros de las rótulas**, cremallera y homocéntricas.
- **La fijación de tuercas y pasadores** de seguridad.
- **Las cotas de: avance, caída y convergencia (o divergencia)**, y precisamente en este orden, porque cada una influye en las siguientes.

Al ajustar el ángulo de caída se compensan las pequeñas variaciones que haya tenido el ángulo de salida.

**826. Asegurarse** que las **ruedas** están **equilibradas estática y dinámicamente** y que los **neumáticos** están debidamente **inflados**.

Hay **averías en las ruedas** o en el sistema de frenado que **influyen negativamente** en el sistema de **dirección**.

Hay un **defecto** atribuible a varias causas, denominado **shimmy**, que es un conjunto de **movimientos oscilatorios sostenidos** que se originan en la **parte delantera** del vehículo. Se detecta en las reacciones sobre el volante de dirección. Entre las **causas posibles** del **shimmy** están:

- **El desequilibrado de las ruedas delanteras.**
- **Una inclinación o caída excesiva.**
- Unos **neumáticos poco inflados** o muelles o **amortiguadores débiles**.
- Cualquier **causa que aumente el desvío** de las ruedas que por su inercia **oscilan** alrededor de su posición de marcha **en línea recta**.

**827.** Hay **otro fenómeno** en el que las ruedas pueden desplazarse sin deslizamiento aparente en una dirección, formando un cierto ángulo, llamado **"ángulo de deriva"**. El **resultado** es que **todas las ruedas son directrices** apareciendo los términos **subvirador** (deriva de las ruedas delanteras) o **sobrevirador** (deriva de las ruedas traseras). El resultado depende del valor relativo de las derivas. Sobre el sistema de dirección también tiene influencia si el vehículo está vacío o con carga, sobre todo en aquellos vehículos en los que se modifique el peso soportado por el eje donde están las ruedas directrices.

Un **eje directriz excesivamente cargado** supondrá **dureza en la dirección**.

Los **juegos u holguras** en los elementos del sistema de dirección **influyen en la precisión**, ya que **modifican**, por sí solos, **la orientación** de las ruedas. Se traducen siempre en un aumento del recorrido muerto del volante. Un punto a destacar en este apartado son las **rótulas de dirección**.

# DETECCION DE AVERIAS

828.

| DEFECTO  | CAUSA  | ¿QUE HACER?  |
|--|--|--|
| <b>La dirección es dura.</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión baja en los neumáticos.</li> <li>• Falta de aceite.</li> <li>• Suspensión en mal estado.</li> <li>• Angulo de caída desigual.</li> <li>• Demasiado ángulo de avance.</li> <li>• Engranaje excesivamente apretado.</li> <li>• Eje delantero, manguetas o pivotes falseados.</li> <li>• Articulación en mal estado.</li> <li>• Fallo en la asistencia hidráulica.</li> <li>• Tensión incorrecta de la bomba.</li> <li>• Aire en el sistema.</li> <li>• Filtro sucio o averiado.</li> <li>• Dirección defectuosa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar.</li> <li>• Rellenar.</li> <li>• Revisar y arreglar.</li> <li>• Reglar.</li> <li>• Reglar.</li> <li>• Verificar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Verificar y reparar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Limpiar o reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul> |
| <b>La dirección se endurece al girar el volante rápidamente.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La bomba no suministra suficiente caudal.</li> <li>• Aire en el sistema.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>La dirección tiende a irse hacia un lado.</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflado desigual neumáticos delanteros.</li> <li>• Desgaste desigual neumáticos delanteros.</li> <li>• Exceso o falta de convergencia.</li> <li>• Suspensión en mal estado.</li> <li>• Angulo de caída desigual en las dos ruedas.</li> <li>• Manguetas falseadas.</li> <li>• Escape de fluido.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar y corregir.</li> <li>• Corregir defecto.</li> <li>• Ajustar.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Corregir.</li> <li>• Reparar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>  |
| <b>Holgura excesiva en el volante de la dirección.</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglaje del engranaje defectuoso.</li> <li>• Desgaste de las articulaciones.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>  |
| <b>Dirección inestable.</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de avance en el pivote.</li> <li>• Equilibrado defectuoso.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglar.</li> <li>• Verificar.</li> </ul>  |
| <b>Oscilaciones en el puente delantero.</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exceso de presión en los neumáticos.</li> <li>• Suspensión en mal estado.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>Los neumáticos chillan al tomar las curvas.</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión de inflado baja.</li> <li>• Convergencia o divergencia excesiva.</li> <li>• Elementos hidráulicos averiados.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar.</li> <li>• Reglar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>  |
| <b>Ruidos al girar el volante de la dirección.</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallo en la bomba, caja o cremallera.</li> <li>• Falta de engrase.</li> <li>• Holgura en las rótulas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar.</li> <li>• Verificar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>   |
| <b>Vibraciones en el volante a una determinada velocidad.</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holgura o desequilibrios en las ruedas delanteras.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglar.</li> </ul>  |
| <b>Bomba ruidosa</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de aceite.</li> <li>• Aire en el aceite.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Añadir.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>  |



AVERIAS EN DOBLE CIRCUITO DE DIRECCION

829.

| DEFECTO   | CAUSA   | ¿QUE HACER?   |
|---|---|---|
| Dirección dura  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Embolo de ayuda no estanco.</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Reparar.</li></ul>                    |
| Durante la marcha, se enciende la luz de aviso del circuito principal o auxiliar. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Avería en la bomba principal o auxiliar.</li><li>• Avería válvula distribuidora, limitadora o indicadora de caudal.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Reparar.</li><li>• Reparar.</li></ul> |
| Dirección muy dura o muy suave.   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Latiguillos del cilindro de ayuda cambiados de posición.</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Reparar.</li></ul>                    |

# TEMA XIII

## SISTEMA DE FRENADO

### FUNCION

**830.** La **función del sistema de frenado** es la de **aminorar la velocidad** del vehículo, llegando incluso a detenerlo a voluntad del conductor de forma segura y con el mínimo esfuerzo, aún en caso de avería.

Para la disminución de la velocidad los **frenos transforman la energía mecánica en energía calorífica**, al hacer rozar una parte fija del vehículo (pastillas y zapatas) con otra parte móvil (disco o tambor).

### ELEMENTOS

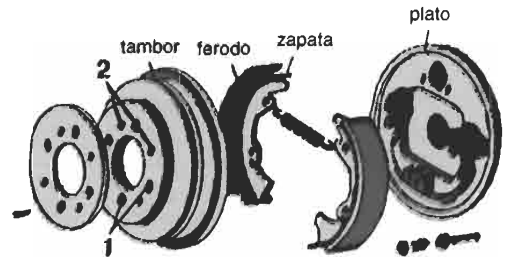
**831.** Los **tipos de sistemas de frenado**, según los elementos empleados y la forma de efectuar el desplazamiento de la parte móvil, son:

- Frenos de tambor o de expansión.
- Frenos de disco o de compresión.

### FRENOS DE TAMBOR O DE EXPANSION

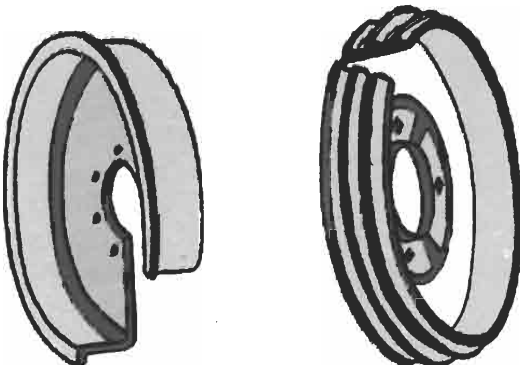
**832.** El **frenado de tambor** tiene los siguientes elementos:

- **TAMBOR:** Es la **parte móvil**, fabricado en fundición gris perlítica con grafito esferoidal de elevada **resistencia al desgaste** por rozamiento y a la deformación por la **temperatura**. En la zona central hay unos orificios para los espárragos de la rueda, con la cual el tambor gira solidario. Sobre el **tambor** rozan las **zapatas**.

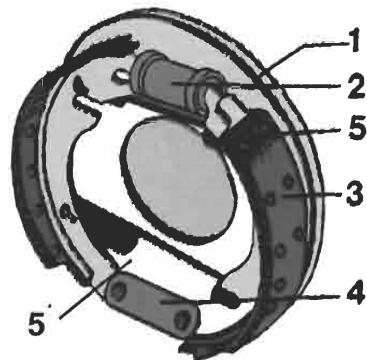


Freno de tambor  
1 Taladros para los espárragos. 2 Orificios de centrado de rueda.

**833.** - **PLATO DE FRENO:** Es la **parte fija**, formado por un **plato** soporte de chapa, las **zapatas** de freno, los **mecanismos de accionamiento** y los **elementos de fijación y regulación**.



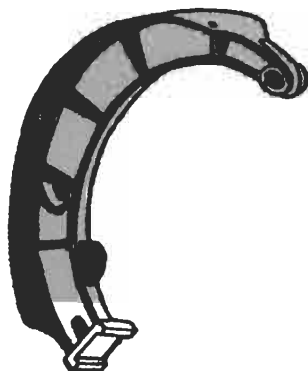
Tambor de freno



Plato de freno  
1 Plato soporte. 2 Bombín de accionamiento. 3 Zapatas.  
4 Eslabón. 5 Muelle.

## ZAPATAS

**834.** Las **zapatas** (elementos importantísimos en la eficacia del sistema de frenado) están formadas, generalmente, por **dos chapas de acero**, aunque las hay de **fundición de hierro** e incluso de **aleación ligera acopladas** sobre el **plato fijo**. A las chapas metálicas se les fijan unos **forros o fundas** (ferodos), generalmente pegados con cola o también (menos usado) mediante remaches.



Forma de una zapata



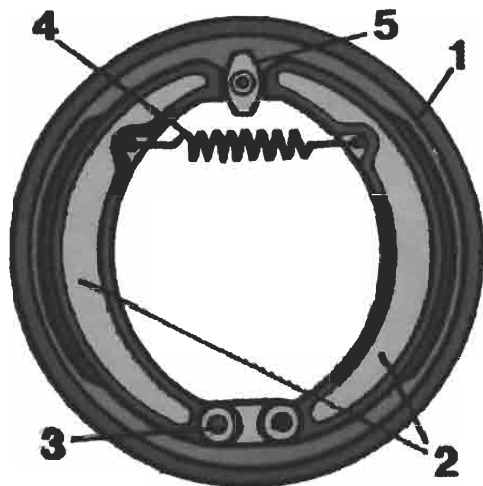
Recubrimiento de zapatas

1 Guarnición remachada. 2 Guarnición pegada.

**835.** Las **zapatas** han de tener una **dureza inferior a la del tambor** sobre el que rozan para no dañarlo, **ser resistentes a la abrasión** y a las altas temperaturas, de **alto coeficiente de rozamiento** e indeformables, para lo cual se utilizan una serie de materiales, que agrupados, reúnen esas propiedades, como son el amianto (elemento básico), resinas sintéticas y compuestos minerales (carbono, azufre, bario, magnesio y manganeso).

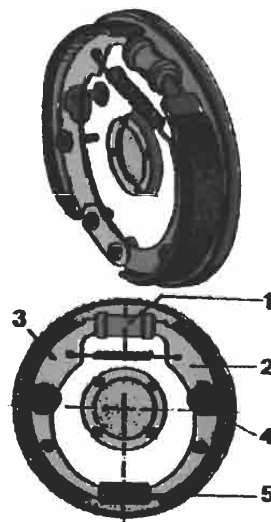
## ACCIONAMIENTO

**836.** El **accionamiento del freno de tambor** puede ser por **medios mecánicos o hidráulicos**.



Accionamiento mecánico

1 Tambor. 2 Zapatas. 3 Borde de zapata. 4 Muelle de retorno. 5 Leva.



Accionamiento hidráulico

1 Bombín. 2 Zapata primaria. 3 Zapata secundaria. 4 Soporte de articulación. 5 Giro de las zapatas.

## FUNCIONAMIENTO

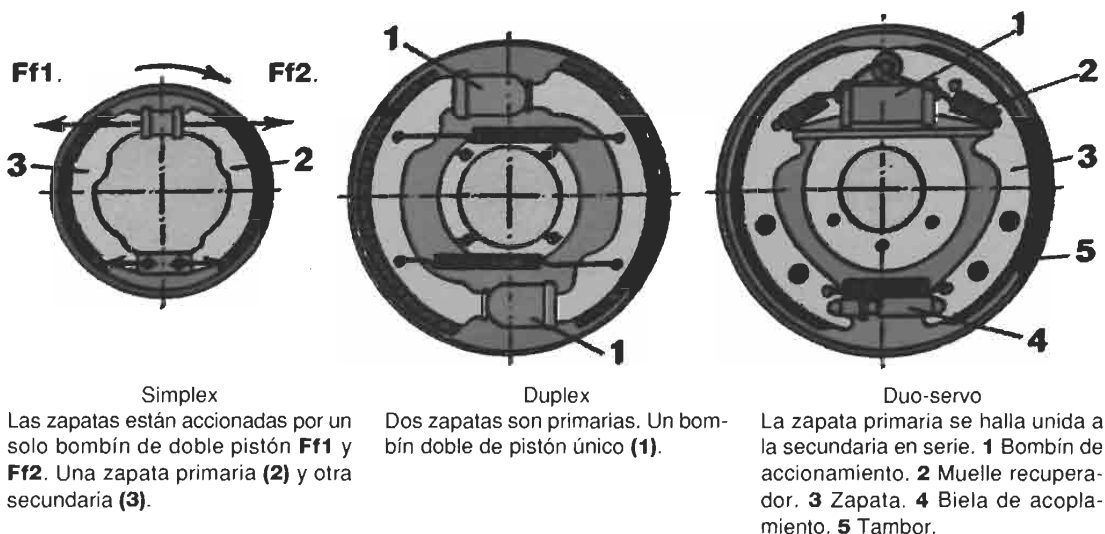
**837.** Las **zapatas** presentan, en **uno de sus extremos** sujeto al **plato fijo**, un orificio en el cual es introducido un **pivote** sobre el que giran y en el otro extremo están apoyados en una **leva** (accionamiento mecánico) o en un **pistón** (accionamiento hidráulico).

**Al pisar el freno, las zapatas se abren** girando sobre los pivotes, y los forros entran en contacto con el tambor, **disminuyendo la velocidad** de giro de la rueda.

**Cuando no se acciona el pedal** de freno, un muelle recuperador, que une las dos **zapatas**, hace volver a éstas a su **posición inicial**.

**838.** Actualmente el funcionamiento de los **frenos de tambor** suele ser **hidráulico**.

**Algunos tipos** de freno de tambor de **funcionamiento hidráulico** son los siguientes:



Simplex

Las zapatas están accionadas por un solo bombín de doble pistón **Ff1** y **Ff2**. Una zapata primaria (**2**) y otra secundaria (**3**).

Duplex

Dos zapatas son primarias. Un bombín doble de pistón único (**1**).

Duo-servo

La zapata primaria se halla unida a la secundaria en serie. **1** Bombín de accionamiento. **2** Muelle recuperador. **3** Zapata. **4** Biela de acoplamiento. **5** Tambor.

## MANTENIMIENTO DE LOS FRENOS DE TAMBOR

**839.** - **Comprobar** regularmente el **nivel de líquido** de frenos en el depósito. Comprobar que **no hay fugas**.

- **Comprobar la holgura de pedal**, si no existe llevar al taller.
- **Cambiar el líquido de frenos todos los años**, aunque se deben seguir las recomendaciones del fabricante.
- **Comprobar las tuberías** de freno periódicamente.
- **Purgar** cuando se note el pedal blando.
- **Utilizar marcas de forros recomendadas**.
- **No añadir líquido de frenos de diferente marca** a la que lleva el vehículo, no mezclar.
- **Cuando se sustituyan forros** hay que hacerlo por parejas de ruedas, delanteras o traseras, pero **nunca unitariamente**.
- **Verificar** periódicamente el **juego entre tambor y forro** para evitar el desgaste anormal de los mismos.

## DESGASTE IRREGULAR DE FORROS

- 840.** Cuando el **juego** entre tambor y forros **no es el mismo** en la rueda derecha que en la izquierda **se produce un desgaste anormal** en el forro de la zapata que tiene menos juego, pues al frenar toma contacto antes que la otra y se produce un calentamiento que llega a deformar la zapata. Además el coche se desvía hacia el lado en que el juego es menor.

Este fenómeno también se puede producir si la calidad de los forros de freno es diferente en las dos ruedas o si las zapatas están descentradas o sueltas y si hay un mal reglaje de los diferentes elementos del mecanismo.

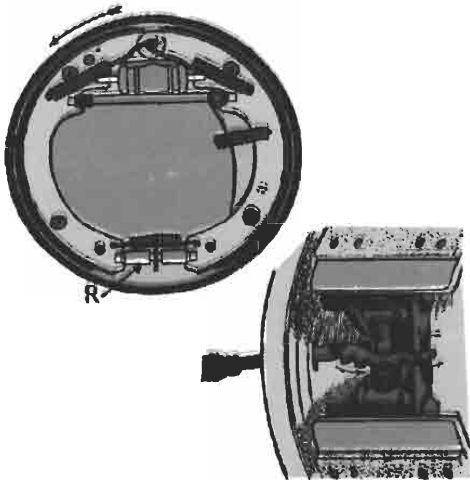
## EQUILIBRADO DE TAMBORES

- 841.** Si se produce un **desgaste irregular en un tambor** es posible su **recuperación** por medio de un rectificado en un taller especializado. Este se realiza, normalmente, en rectificadoras especiales que permiten hacerlo sin desmontar el conjunto de la rueda del tambor. De esta manera no se altera el equilibrado del conjunto. Los tambores salen equilibrados de la fábrica y **sólo es posible equilibrar el conjunto rueda.**

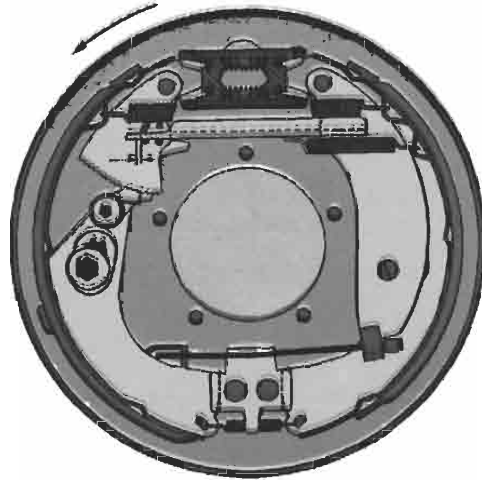
**Siempre** que se efectúe un **equilibrado** hay que hacerlo **por parejas de tambores** aunque uno de ellos esté correcto, ya que si no produciría un desequilibrio en la frenada.

## AJUSTE DE ZAPATAS

- 842. Manual:** Con un destornillador, **girar la rueda R** de la forma indicada en la figura **hasta que el tambor roce con las zapatas**. Después se giran uno o más dientes **hacia atrás** hasta que el tambor pueda **girar libremente**. Hecha esta operación en todas las ruedas, probar los frenos en carretera y ajustar si es necesario. Para realizar la operación hay que desmontar las ruedas.



Ajuste manual de zapatas



Ajuste automático de zapatas

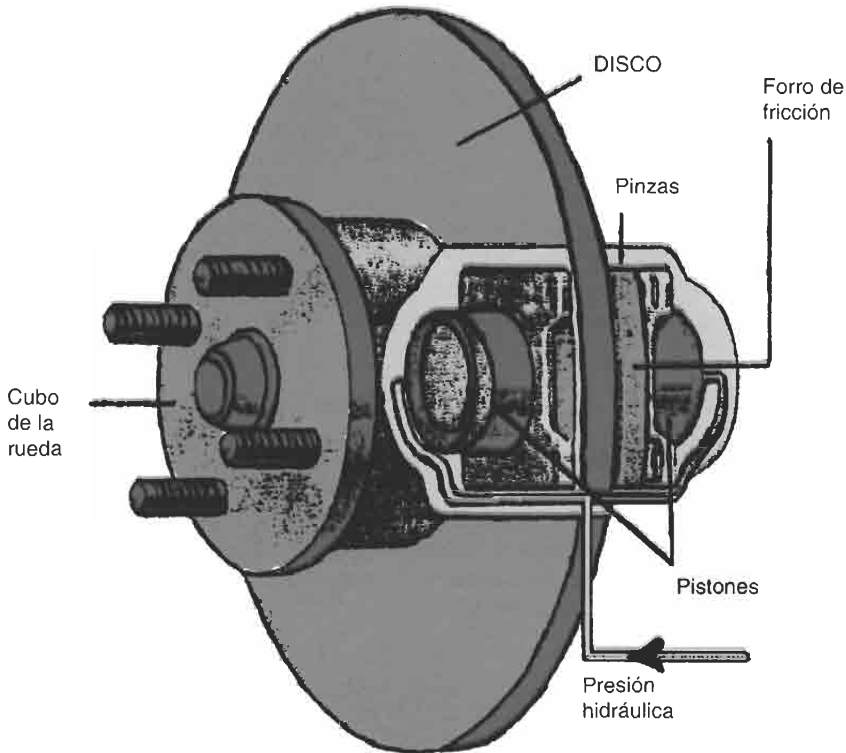
- 843. Automático:** El **desgaste** de los forros **se compensa automáticamente** mediante un **dispositivo mecánico de trinquete situado en la zapata primaria**. Este dispositivo mantiene una distancia constante de funcionamiento entre el tambor y las zapatas de freno y conserva una carrera invariable para la palanca del freno de mano. No es necesario efectuar reglajes durante su utilización.

## FRENOS DE DISCO O COMPRESION

**844.** Cada vez son **más utilizados**, sobre todo en las **ruedas delanteras**, si bien hay gran cantidad de vehículos que van dotados de frenos de disco a las **cuatro ruedas**.

Tienen una serie de **ventajas sobre los frenos de tambor** como son:

- **Distancia de frenado menor** que los de tambor.
- **Mejor refrigeración** que los de tambor.
- **Menos posibilidades** de que aparezca el fenómeno "**fading**" o pérdida de eficacia por un excesivo calentamiento, ya que **evacuan el calor con más facilidad** que los de tambor.

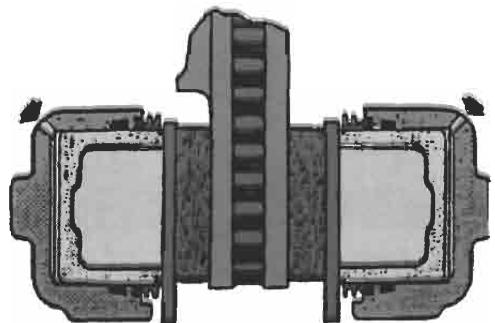


Freno de disco o de compresión

### ELEMENTOS

**845.** El **elemento fijo** del freno de disco se denomina **pastilla** y el **elemento móvil disco**, abrazado al cual se halla la **mordaza**.

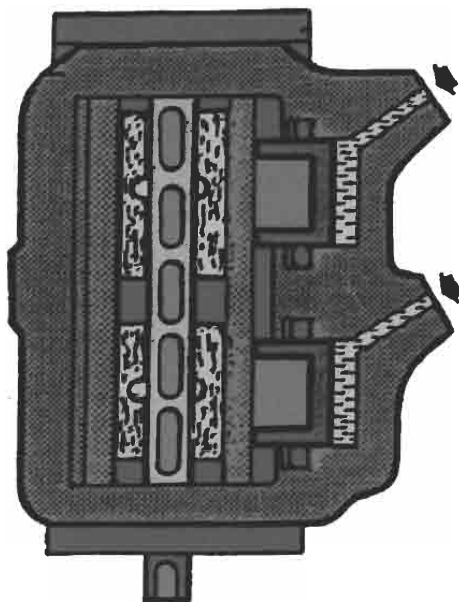
**El disco, que se mueve con la rueda**, está fabricado en fundición perlítica gris, aunque actualmente se hacen con fibra de carbono.



Pistones

**846.** En los **frenos de disco**, el bombín de rueda se ha sustituido por **uno o dos pistones huecos**, que al recibir la presión del líquido de frenos, **actúan sobre las pastillas** de freno y éstas a su vez, **sobre el disco** de freno, produciendo el efecto de frenado. Estos pistones huecos presentan la **ventaja de transmitir menos calor**.

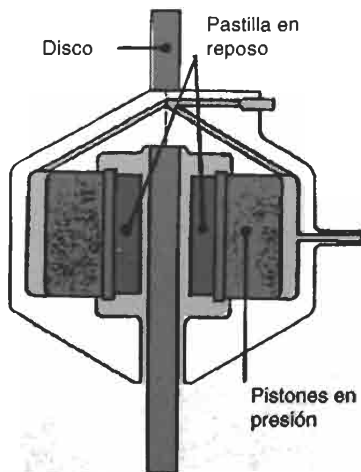
Algunos sistemas llevan **dos o cuatro pistones** mandados por sus respectivos circuitos que aseguran la acción de las pastillas sobre los discos. En **caso de fallo** de algún circuito, el **frenado está asegurado** aunque de una forma menos eficaz.



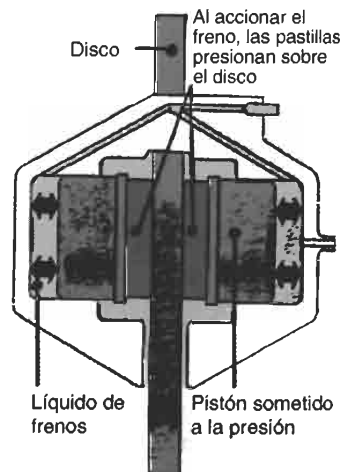
Dos pistones con dos circuitos

## FUNCIONAMIENTO DEL FRENO DE DISCO

**847.** **Abrazada al disco** se encuentra una **mordaza** en forma de "U" que está **fija** al vehículo, en cuyo interior **se desplazan unos pistones**, a los que se **unen unas pastillas**, que al desplazarse hacen que los pistones se vean **presionados contra el disco**, **disminuyendo la velocidad de giro** de éste y por tanto de la rueda.



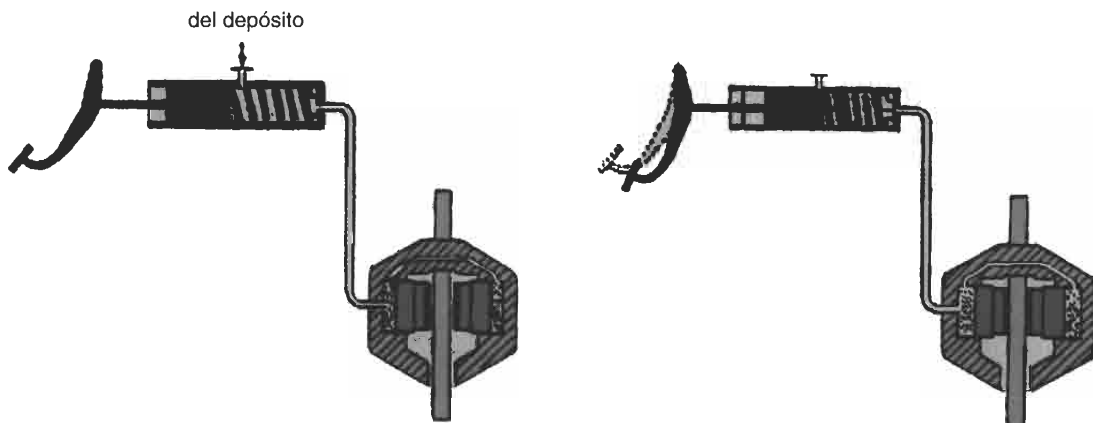
**Sin accionar.** Cuando no se utilizan los frenos se elimina la presión sobre las pastillas. Estas pueden rozar ligeramente con el disco, pero sin desgastarse.



**Accionado.** Al pisar el freno, la presión hidráulica fuerza los pistones contra las pastillas, que oprimen las caras del disco y reducen su velocidad.

Funcionamiento del freno de disco

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



Esquema del funcionamiento del freno de disco

En posición de reposo

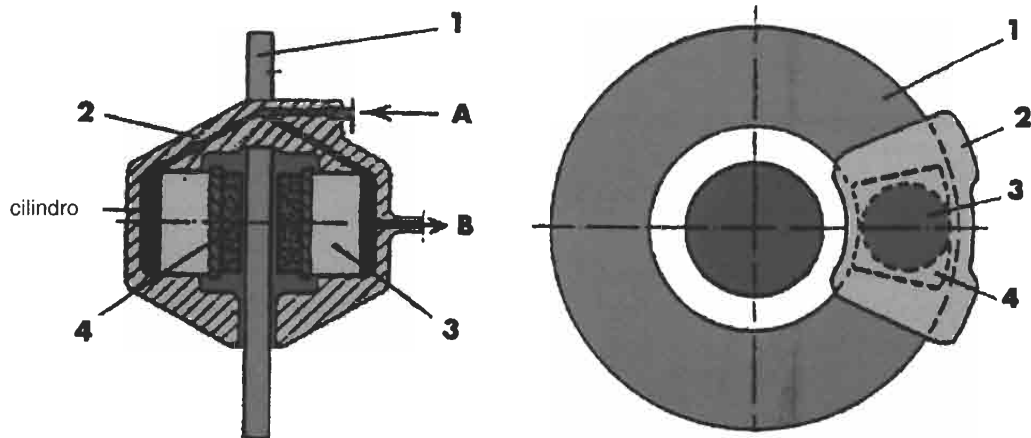
En posición de frenado

**848.1 Cristalización de zapatas y pastillas.** Si se las somete a frenadas prolongadas sin levantar el pedal de freno se calientan excesivamente, el tambor gira sobre las zapatas o el disco sobre las pastillas más tiempo del debido, produciendo el mismo efecto que una lija fina "pulimentado". Si esto ocurre y no se sustituyen por otras, la frenada será defectuosa.

## TIPOS DE FRENO DE DISCO

**849.** Existen varios tipos dependiendo del número de pistones:

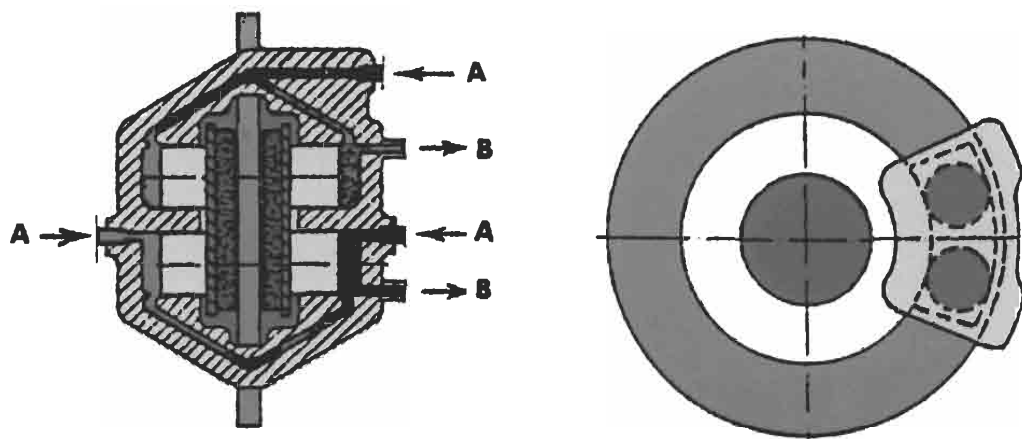
- **DE DOS PISTONES:** Es el **más utilizado**. En este freno la mordaza contiene **dos pistones**.



Freno de disco de dos pistones con mordaza fija  
**1** Disco. **2** Mordaza. **3** Pistón. **4** Pastilla de frenado.



**850. - DE CUATRO PISTONES:** En este caso, empleado en vehículos de **altas prestaciones**, se emplean cuatro pistones aumentando la capacidad de frenado.



Freno de disco de cuatro pistones con mordaza fija.

**A** Entrada de líquido. **B** Conexión purgador.

## MANTENIMIENTO DEL FRENO DE DISCO

**851.** Se debe **comprobar** periódicamente el **nivel de líquido** de frenos. La **pérdida** frecuente de nivel es **causa de fugas** en la instalación, generalmente **visibles**.

Para la reposición del líquido de frenos se debe utilizar uno que cumpla las prescripciones recomendadas por el fabricante.

**852.** Ante **cualquier irregularidad** que se detecte en el sistema de frenos se debe llevar el vehículo al **taller especializado**, detección que puede conseguirse observando el indicador de control (nivel, pastillas, freno de mano), indicador de nivel del depósito, la carrera del pedal de freno, bloqueos y vibraciones, etc.

Como el **freno de disco** tiene un ajuste automático **no puede reconocerse el desgaste de las guarniciones** (pastillas) **por el mayor recorrido del pedal, sino por el descenso del nivel del líquido de frenos**.

## CIRCUITOS DE MANDO

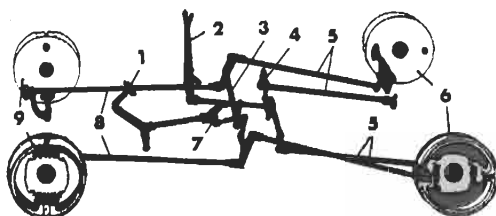
**853.** Los **sistemas de mando** son aquellos **mecanismos** empleados para **producir la fuerza que desplazará la leva o los pistones**, según los siguientes **sistemas**:

- **Mecánico** (leva).
- **Hidráulico** (pistón).
- **Neumático** (pistón).
- **Hidroneumático** (pistón).

### SISTEMA MECANICO

**854.** No se emplea actualmente, salvo para el accionamiento del **freno de estacionamiento** (de mano) y en ciclomotores y motocicletas de pequeña cilindrada.

En **este tipo** de sistema de frenado, la **fuerza** aplicada directamente por el **conductor es transmitida a los elementos frenantes** por un conjunto de palancas, varillas o cables hasta la palanca que hace girar la leva y produce la separación de las zapatas.



Esquema del sistema de accionamiento mecánico.  
**1** Pedal de mando. **2** Palanca de mando. **3** Eje transversal. **4** Eje freno de mano. **5** Varilla de mando. **6** Elemento frenante trasero. **7** Compensador. **8** Varilla de mando. **9** Elementos frenantes delanteros.

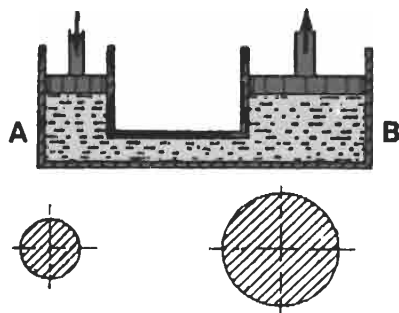
### SISTEMA HIDRAULICO

**855.** El **sistema de mando** de frenado **que actualmente se está utilizando** es el de **circuito hidráulico**, basado en los siguientes principios:

- **Los líquidos** son prácticamente **incompresibles**, es decir, que su volumen no disminuye prácticamente aunque se les someta a muy altas presiones.
- Cuando a un **líquido totalmente cerrado** en un recipiente se le aplica una **presión se comunica a toda la masa del líquido**.

**856.** El **sistema hidráulico permite aumentar**, con gran facilidad, la **fuerza** con la cual se pisa el pedal de freno mediante la relación que existe entre las secciones del pistón que la transmite y del pistón que la recibe.

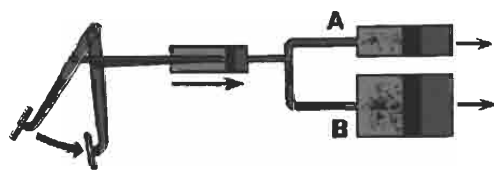
Los **cilindros A y B** tienen una relación de **sección de 1/4**. Al aplicar al pistón del **cilindro A** una **fuerza de 100 kg**, la fuerza resultante en el **segundo pistón B** será de **400 kg**.



Relación sección-fuerza

**857.** Según el principio de aplicación expuesto anteriormente, **la fuerza** ejercida **sobre el pedal** de freno se aprovecha para **empujar a dos cilindros**. La fuerza obtenida en cada cilindro será proporcional a la superficie respectiva de cada émbolo.

La **fuerza** aplicada en el **émbolo A** es obtenida **mayor en el émbolo B**.



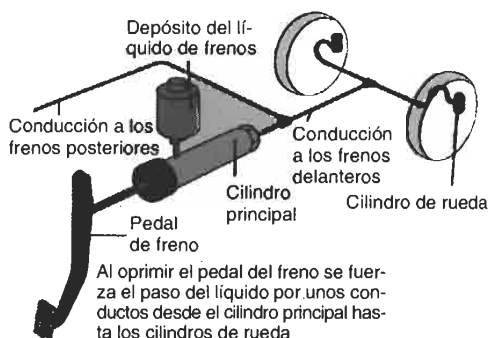
## ELEMENTOS

**858.** El **elemento hidráulico empleado** para transmitir la presión a los bombines (cilindros) de las ruedas se llama **"líquido de frenos"**. Este líquido aceitoso prácticamente **incompresible** es sintético sin que ataque a la goma de las conducciones. Sin embargo, se ve alterado por el aceite, grasa o gasolina. Lleva una serie de antioxidantes y anticorrosivos que favorecen su funcionamiento. El líquido no debe llevar agua.

Aplicación relación sección-fuerza

**859.** Los **elementos principales** que componen el **circuito hidráulico** son:

- **Depósito de líquido** de frenos.
- **Cilindro principal o bomba de mando**.
- **Tuberías** de conducción.
- **Líquido** de frenos.
- **Cilindros** de freno o bombines.
- **Pedal de freno**.



Elementos de un sistema de mando hidráulico

## CIRCUITO

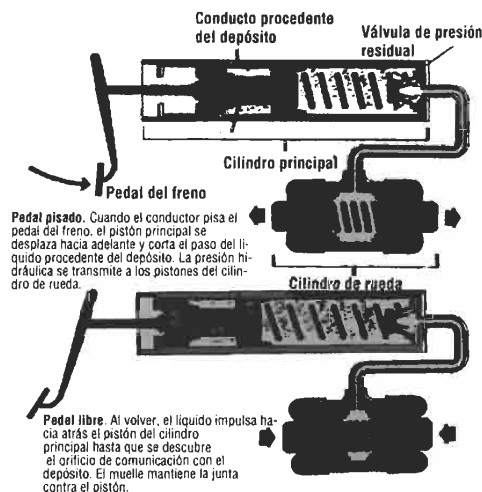
**860.** Las **tuberías** normalmente son **rígidas y flexibles**:

- **RIGIDAS:** Constituidas por tubos de cobre, acero o latón resistentes a la oxidación y a la corrosión, unidos a la bomba y a los elementos de derivación por medio de racores.
- **FLEXIBLES:** Constituidos, generalmente, por **latiguillos** de goma y tela, unen puntos con desplazamientos relativos durante la marcha.

## FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO HIDRAULICO

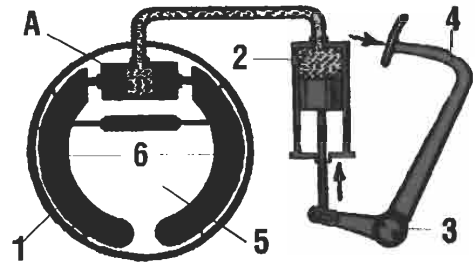
**861.** El **funcionamiento** del mando hidráulico consiste en que al **accionar el pedal** del freno, el **émbolo de la bomba principal presiona el líquido**, cuya presión se transmite al líquido existente en las conducciones y por él, **a los cilindros** (bombines) de los frenos **separando sus émbolos** que, al ir unidos a la zapatas o pastillas, producen su separación, **ejerciendo su fuerza sobre el tambor** o disco de freno.

**Al dejar de pisar el pedal** de freno **cesa la presión** del líquido y las zapatas o discos, recuperan la situación inicial.



Funcionamiento de la bomba o cilindro principal

862. La **separación de las zapatas** (freno tambor) se consigue por medio del **bombín (A)**.

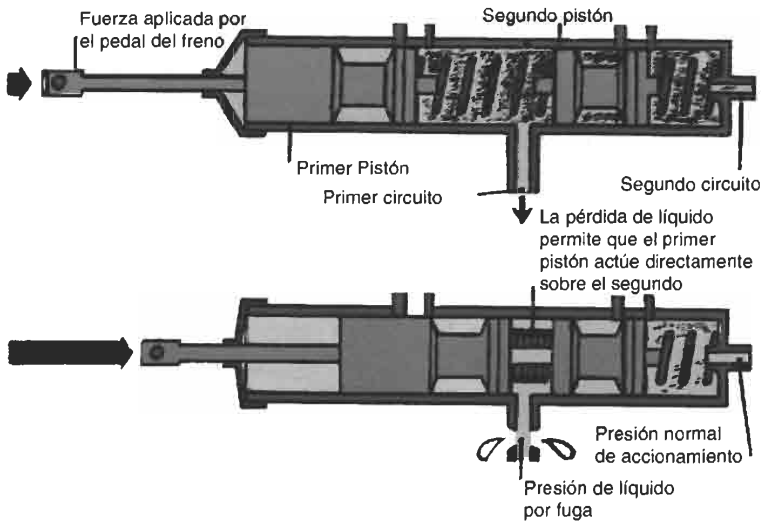


Separación de los elementos frenantes por medio de los bombines.

1 Tambor giratorio. 2 Cilindro de mando (bomba). 3 Eje de giro. 4 Pedal de freno. 5 Plato fijo. 6 Zapatas

### DOBLE CIRCUITO DE FRENOS (SOCORRO O SEGURIDAD)

863. El **sistema hidráulico** podría presentar el **problema** de que una **fuga de líquido** de frenos inutilizaría el sistema por completo, lo cual **se soluciona** dotando al vehículo de un **sistema doble de frenos** que posea dos **circuitos independientes**, conocido como freno de socorro o de seguridad.



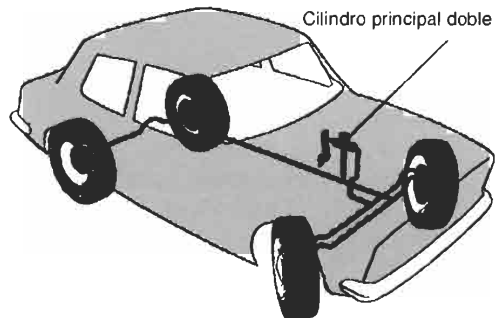
Durante el funcionamiento normal, el primer pistón principal genera presión en un circuito hidráulico. Esta presión se transmite al otro circuito por medio del segundo pistón. Cada cámara del cilindro principal doble tiene su propio depósito.

Si surge una fuga en el primer circuito, el primer pistón no encontrará ninguna resistencia y se desplazará hacia adelante hasta chocar con el segundo pistón. Este genera presión en el segundo circuito hidráulico. Los frenos siguen funcionando.

Cilindro principal doble en línea

864. Puede haber diferentes sistemas:

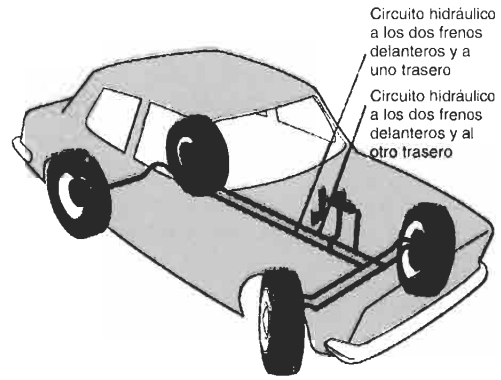
- **Un cilindro principal con un pistón** que sólo actúa sobre los **frenos delanteros** y **otro pistón** sobre los traseros.



Acción sobre dos ruedas

865. - Cada **freno de disco delantero** es accionado por **dos pares de pastillas** conectadas independientemente al doble cilindro principal. **También** ocurre esto en una **rueda trasera**.

**866. - Un pistón del doble cilindro principal actúa sobre los elementos frenantes de las **cuatro ruedas y otro pistón** y circuito actúa únicamente sobre las ruedas delanteras.**



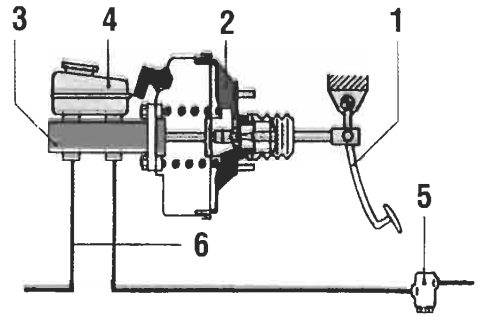
Acción sobre tres ruedas. Sistema triangular

**867. Actualmente** se utiliza mucho el doble **circuito en diagonal** de tal forma que un **pistón acciona** el elemento frenante de la **rueda delantera derecha y el de la rueda trasera izquierda** mientras que el **otro** acciona el elemento frenante de la **rueda delantera izquierda** y el de la **rueda trasera derecha**.

## SERVOFRENO

**868. Sirve para reducir el esfuerzo** que el **conductor** debe aplicar para accionar los elementos frenantes **multiplicando** (amplificando) la fuerza con el **motor en marcha**.

El servofreno **más corriente** aprovecha la **depresión o vacío** parcial del **colector de admisión**, de ahí que, con el **motor parado, no actúa**, y para frenar en tal caso hay que hacer un mayor esfuerzo.



Situación en el servofreno.

**1** Pedal de freno. **2** Amplificador de frenado por vacío. **3** Cilindro principal en tándem. **4** Depósito de líquido de frenos. **5** Regulador de la fuerza de frenado. **6** Conducción hidráulica a los frenos.

## FUNCIONAMIENTO DEL SERVOFRENO

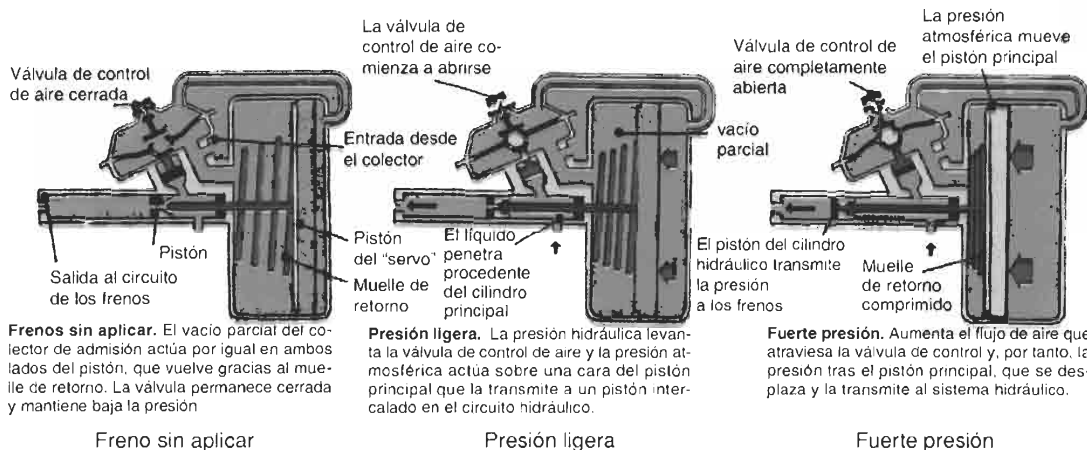
**869.** Consiste en un **cilindro** en cuyo interior hay un pistón o diafragma que se desplaza debido a una diferencia de presión en sus caras.

**Cuando se extrae aire por un extremo del cilindro y existe el empuje de la presión atmosférica por el otro**, la diferencia de presión entre ambas caras del pistón o diafragma **puede aprovecharse para complementar el esfuerzo** aplicado al freno por el **conductor**.

En los **motores Diesel** se emplea una pequeña **bomba de vacío** adicional mediante la cual se obtienen valores calibrables. Normalmente se trata de una **bomba de membrana** que **produce depresión**, es decir, **saca aire del circuito** al que **va conectada**.

La mayor **eficacia** proporcionada por el **servofreno** se encuentra en la **modulación** que de la **presión** puede hacer el pie del **conductor sobre el pedal**, de forma que **consiga unas frenadas con muchos matices** de presión para **amortiguar la velocidad** o con una intención de **detención rápida y enérgica**.

Si se observa que al pisar varias veces el **pedal de freno está duro**, puede deberse a una **avería en el servofreno**. Con el motor parado frena, pero hay que pisar el pedal fuertemente.



## MANTENIMIENTO DEL CIRCUITO DE MANDO HIDRAULICO

**870.** El **sistema** de mando hidráulico tiene la **ventaja** de que su **acción** sobre las **cuatro ruedas** es perfectamente **equilibrada**, pero también tiene la **desventaja** de que **si pierde líquido frena mal o nada**.

Se debe **comprobar** periódicamente el **nivel del líquido** de frenos manteniéndolo como mínimo a 3/4 de su capacidad.

Con el **desgaste de las zapatas** se **aumenta el recorrido del pedal** y de las **pastillas** produciéndose una **bajada progresiva del nivel de líquido**.

Al **reponer el líquido** de frenos debe hacerse **con otro** que cumpla las **prescripciones recomendadas** por el fabricante, **cambiándolo** cuando se vuelva **casi negro o una vez al año**. No mezclar líquidos distintos pues se pueden descomponer y deteriorar las gomas.

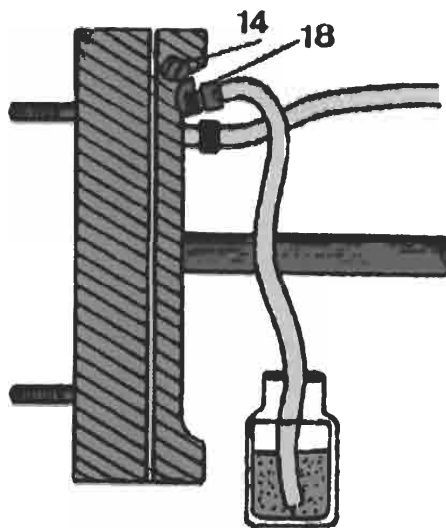
**871.** Las **fuentes de detección** son, principalmente:

- **El indicador de control.**
- **El nivel del depósito.**
- **La carrera del pedal de freno**, su dureza o elasticidad.
- **Los desequilibrios, bloqueos y vibraciones** durante el frenado.
- **Roturas en las canalizaciones**, generalmente visibles.

## PURGADO

**872.** Si se observa **debilidad en el freno de mando hidráulico**, puede suceder que la causa sea la presencia de **aire en las canalizaciones** por donde tiene que pasar el líquido de frenos.

Si a pesar de todo se nota debilidad o desigualdad en la acción de los frenos (al pisarlo varias veces se endurece), **hay que purgar** (sangrar) las canalizaciones por separado en cada uno de los frenos, **hasta que el líquido salga sin burbujas**, debiendo tener en cuenta que el juego entre el pedal de freno y el piso del vehículo no sea alterado. **Al abrir los purgadores hay que empezar por el más alejado. Periódicamente revisar el protector de goma de los purgadores.** Después de purgar los frenos conviene limpiar los purgadores con el mismo líquido de frenos o con gasolina o gasoil.



**Purgado de los frenos hidráulicos**  
Se quita el **tornillo (14)** y se empalma el tubo de purga, se afloja la **válvula de purga (18)** y se oprime el pedal de freno diez o quince veces hasta que el líquido salga sin burbujas. Los purgadores deben mantenerse limpios y protegidos.

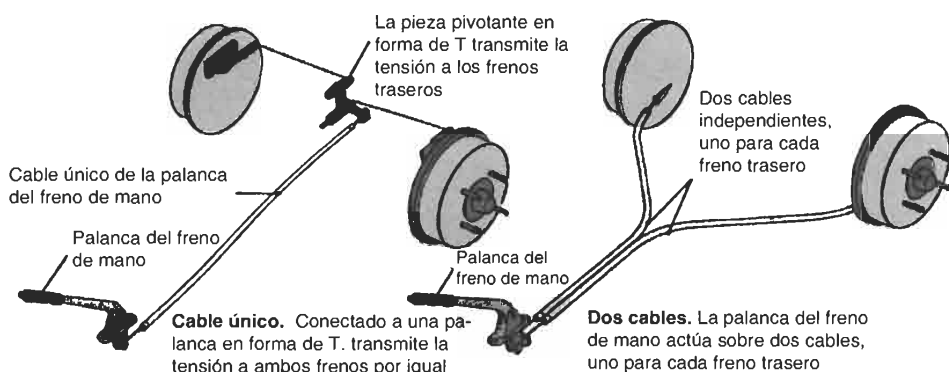
## ELEMENTOS AUXILIARES DE FRENADO

## FRENO DE ESTACIONAMIENTO

**873.** En la **gran mayoría** de los vehículos el **freno de estacionamiento** (de mano) **actúa sobre las ruedas traseras** mediante varillas o cables totalmente independientes del circuito hidráulico. Es obligatorio dejarlo accionado cuando se deja el vehículo estacionado.

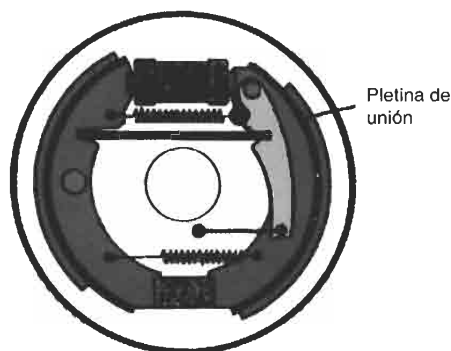
Los **frenos de disco traseros** suelen incorporar **dos pares de pastillas, una pareja accionada hidráulicamente** por el pedal y otra mecánicamente a través de la timonería del freno de mano.

En algunos frenos de disco utiliza un solo par de pastillas (oscilantes o deslizantes).



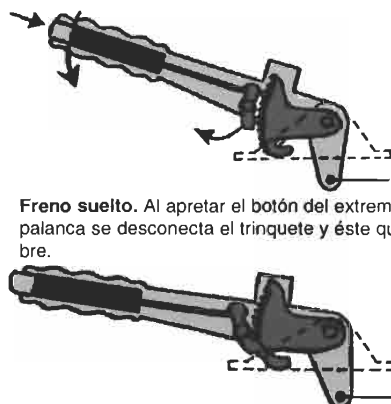
Timonería del freno de estacionamiento (de mano)

**874.** La palanca del freno de mano posee un mecanismo de **trinquete** accionado por un **botón**, que permite bloquear el freno a la tensión conveniente. Generalmente está colocada al lado derecho del asiento del conductor.



Cuando el conductor acciona el freno de mano, la tensión del cable se transmite a una palanca situada en el interior del tambor del freno. Un extremo de la palanca acciona una de las zapatas, y una pletina transversal a otra.

Funcionamiento del freno de mano en un freno de tambor



Accionamiento del freno de mano

## FRENO DE INERCIA

**875.** Se emplea en **remolques pequeños** y consiste en aplicar, en la propia **barra de tracción**, el sistema de frenado del remolque.

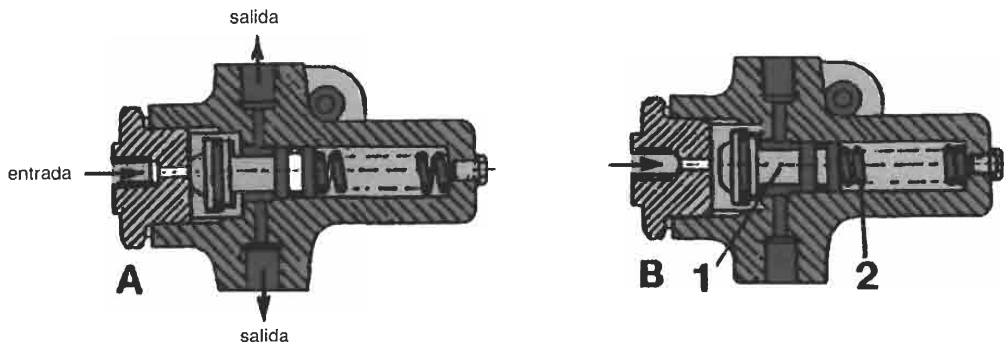
Cuando el vehículo tractor se frena al circular, el remolque, por inercia, tiende a seguir aproximándose a él, momento en que la **barra de tracción actúa sobre el dispositivo de frenado** de las ruedas.

Cuando el vehículo tractor vuelve a tirar del remolque, la barra de tracción **deja de actuar sobre el dispositivo de frenado**, dejando libres las ruedas.

## SISTEMA ANTIBLOQUEO DE FRENOS (LIMITADOR DE FRENADA)

**876.** En el momento del frenado, y por efecto de la inercia, se desplaza el **peso** suspendido del vehículo **hacia delante**. Debido a ello se ha de aplicar una **mayor fuerza** de frenado sobre el **eje delantero**, regulándola a través de un **dispositivo limitador**.

Este dispositivo se utiliza también para compensar la desproporcionalidad en el frenado por el accionamiento brusco del pedal de freno. Están formados por **una válvula**, cuyo objetivo es **limitar la presión máxima** de frenado en el **eje trasero**, con la finalidad de mejorar el reparto de las fuerzas de frenado en los dos ejes.



Limitador de frenada  
A Reposo y frenada normal. B Frenada brusca. 1 Pistón. 2 Resorte.

## COMPENSADOR DE FRENADA

**877.** Según su punto de aplicación, se clasifican en:

- **Sobrepresores:** Aplicados a los frenos delanteros. Tienen la misión de amplificar la presión suministrada por el cilindro principal.
- **Depresores:** Aplicados a los frenos traseros. Tienen por misión reducir la presión ejercida sobre los elementos frenantes posteriores para evitar el bloqueo de las ruedas.

Durante la **frenada** el **peso** se concentra en su mayor parte sobre las **ruedas delanteras aligerándose** de peso las **traseras**. Las ruedas **delanteras** son obligadas a **girar** por el peso **mientras** que las **traseras se bloquean** con facilidad, dando lugar al llamado **"trompo"**.



## DETECTAR AVERIAS FRENOS

| 878. DEFECTO   | CAUSA   | ¿QUE HACER?  |
|--|---|--|
| <b>Los frenos no actúan o lo hacen débilmente.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida o evaporación del líquido de frenos.</li> <li>• Aire en las canalizaciones.</li> <li>• Elementos frenantes engrasados.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Añadir líquido después de averiguar causas.</li> <li>• Purgar y rellenar líquido de frenos.</li> <li>• Limpiar elementos engrasados.</li> </ul>   |
| <b>Los frenos tiemblan y la presión es excesiva para frenar.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos frenantes mojados o impregnados de líquido.</li> <li>• Pastillas o zapatas desgastadas o rotas.</li> <li>• Pinza de freno agarrotada.</li> <li>• Tambores o discos deformados.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar causas y limpiar.</li> <li>• Cambiar.</li> <li>• Renovar pinza o cilindro.</li> <li>• Rectificar o sustituir.</li> </ul>   |
| <b>Al frenar, el vehículo se desvía hacia un lado.</b> (Una de las ruedas de un mismo eje se frena más). | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La tubería de un lado obstruida o rota.</li> <li>• Desgaste desigual de zapatas.</li> <li>• Disco o tambor engrasados.</li> <li>• Reglaje desigual.</li> <li>• Plato o soporte flojo.</li> <li>• Presión inflado incorrecta en neumáticos de un mismo eje.</li> <li>• Uso indiscriminado de neumáticos radiales y cruzados.</li> <li>• Neumáticos desgastados.</li> <li>• Averías en la suspensión o dirección.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar o reponer.</li> <li>• Reparar o renovar.</li> <li>• Limpiar.</li> <li>• Reglar bien.</li> <li>• Apretar.</li> <li>• Comprobar.</li> <li>• Sustituir por los correctos.</li> <li>• Reponer.</li> <li>• Reparar.</li> </ul> |
| <b>Sensación esponjosa en el pedal de freno.</b> (Se nota blando y no frena y se endurece).              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugas en el fluido hidráulico.</li> <li>• Aire en las canalizaciones hidráulicas.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar fugas.</li> <li>• Purgar.</li> </ul>  |
| <b>Necesidad de bombear pedal o llevarlo a fondo.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire en las canalizaciones hidráulicas.</li> <li>• Guarniciones bomba.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Purgar.</li> <li>• Reparar.</li> </ul>  |
| <b>La luz de aviso de la presión se mantiene encendida en el sistema de circuito doble.</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La presión de un circuito es mayor que en el otro.</li> <li>• Activador defectuoso.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar el activador.</li> <li>• Cambiar.</li> </ul>  |
| <b>Los frenos se calientan sin emplearlos.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de holgura entre elementos frenantes.</li> <li>• Mal reglaje del freno de mano.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar holguras.</li> <li>• Reglar correctamente.</li> </ul>   |
| <b>Vibraciones que se transmiten al pedal.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tambor o disco de freno defectuoso.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar y reparar.</li> </ul>   |
| <b>Chirrido de los frenos.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos frenantes descentrados y separadores flojos.</li> <li>• Remaches de zapatas rozan con el tambor.</li> <li>• Zapatas o pastillas gastadas.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrar y apretar separadores.</li> <li>• Cambiar o reparar.</li> <li>• Cambiar</li> </ul>  |

## SISTEMA NEUMATICO DE FRENADO EN VEHICULOS PESADOS

**879.** Este sistema consiste en utilizar, para el accionamiento de los elementos frenantes de las ruedas, el **aire comprimido** generado por el propio motor del vehículo.

**Se emplea** habitualmente en los **vehículos pesados**, donde por su gran peso o carga, precisan potencias y energías de frenado grandes.

Se trata de un sistema de frenos de **doble circuito independiente**, de forma que uno frena el eje delantero y otro el eje trasero, por lo que, en caso de avería de un circuito existe la posibilidad de frenar siempre el vehículo.

### ELEMENTOS

**880.** Los **elementos** principales del **sistema de frenos neumáticos** (aire comprimido) son:

- **Compresor.** (Productor de aire comprimido).
- **Calderines.** (Depósitos de aire comprimido).
- **Reguladores de presión.** (Controlan la presión).
- **Pulmones.** (Accionamiento zapatas de freno).
- **Filtros anticongelante.** (Separadores de la humedad del aire).
- **Válvulas de drenaje.** (Retirada del agua de los calderines).
- **Válvulas de seguridad.** (múltiple). (Salida de aire excesivo).
- **Manómetro.** (Indicador de las presiones de aire).

## CIRCUITO DE LOS FRENOS DE MANDO NEUMATICO

**881.** Un **circuito** general de **frenos de aire comprimido** está integrado básicamente por los siguientes **subsistemas**:

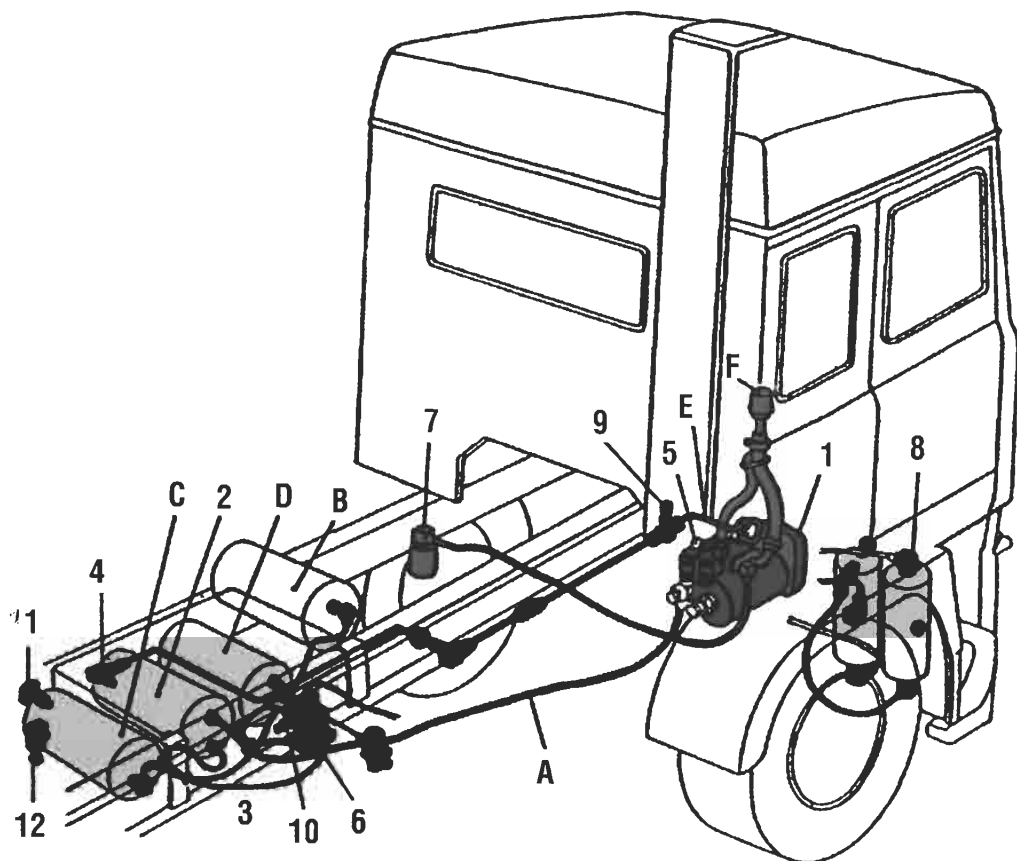
- **Alimentación** (propio del sistema).
- **Operativo** (propio del sistema).
- **Mecánico** (propio del sistema).

## SISTEMA DE ALIMENTACION

**882.** Es el **encargado** de atender al **suministro** de **aire comprimido** para toda la instalación.

Sus **componentes** y su **distribución** clásica es la **siguiente**:

La fuente principal de **aire comprimido** se halla en el **compresor (1)** que, a través de su **filtro (F)**, y accionado por el motor del vehículo, **recoge el aire** de la atmósfera y **lo manda**, en una primera etapa de compresión, hacia el **depósito húmedo (2)**, que es uno con los que cuenta el conjunto de **calderines (3)**.



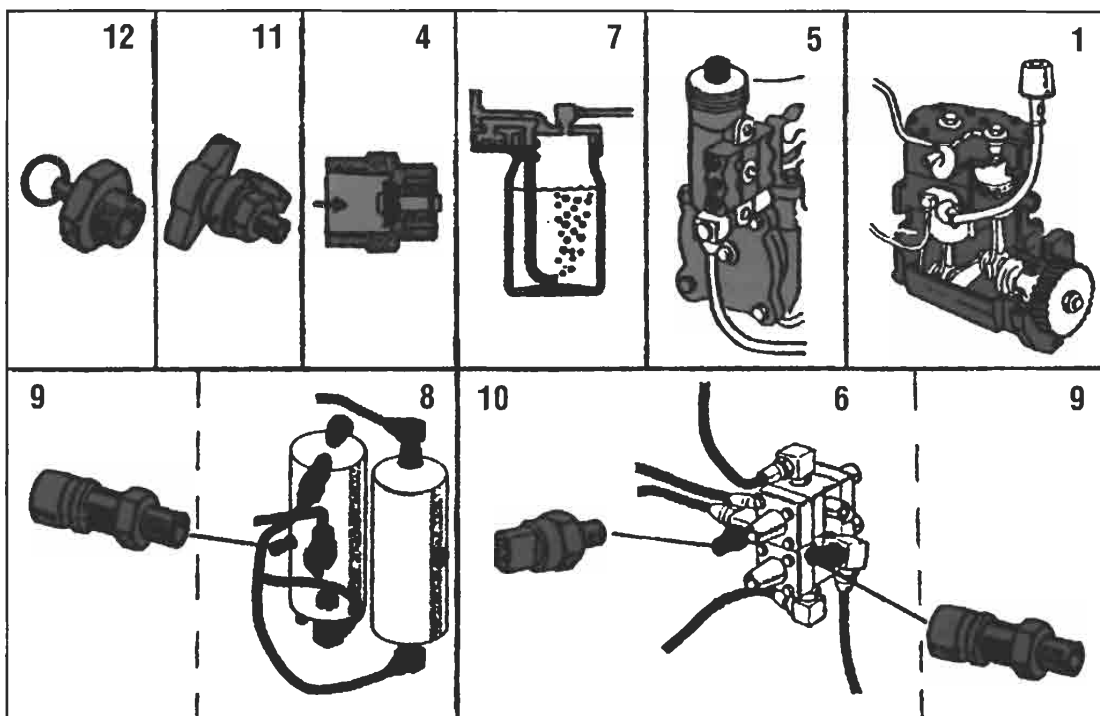
Sistema de alimentación en una instalación de aire comprimido.

**1** Compresor. **2** Depósito húmedo. **3** Conjunto de los depósitos o calderines. **4** Válvula de retención. **5** Regulador de presión. **6** Válvula de protección de cuatro vías. **7** Dispositivo de anticongelamiento con evaporador de alcohol. **8** Dispositivo de anticongelamiento con secador de aire. **9** Válvula de seguridad en diferentes dispositivos. **10** Indicador de baja presión del depósito del freno de estacionamiento y freno del remolque. **11** Racor de prueba. **12** Válvula de drenaje. **A** Conducto de aire desde el compresor al depósito húmedo. **B** Depósito del freno delantero. **C** Depósito del freno trasero. **D** Depósito del freno de estacionamiento. **E** Conducto del compresor al depósito húmedo. **F** Filtro de aire del compresor.

**883. Antes** de entrar en el **depósito (2)** se encuentra con una **válvula de retención (4)** de un solo sentido (unidireccional para que no pueda salir en el mismo sentido).

El **compresor (1)** dispone de un **regulador de presión (5)** que, cuando recibe por medio del **conducto (A)** la señal de que el **compresor** ha alcanzado la **presión correcta** de funcionamiento, el **regulador de presión (5)** manda una **señal** neumática al **compresor (1)** para que **se detenga** la carga de aire. Cuando la **presión baja** alrededor de **1 bar**, desaparece la **señal** del **regulador de presión (5)** y el **compresor (1)** vuelve a cargar aire.

La salida del aire comprimido del **depósito húmedo (2)** (calderín) se efectúa a través de una **válvula de protección de cuatro vías (6)**, que es la encargada de distribuir el aire comprimido a cada uno de los calderines de almacenaje del **conjunto (3)**.



**1** Compresor. **4** Válvula de retención. **5** Regulador de presión. **6** Válvula de protección de cuatro vías. **7** Dispositivo de anticongelamiento con evaporador de alcohol. **8** Dispositivo de anticongelamiento con secador de aire. **9** Válvula de seguridad en diferentes dispositivos. **10** Indicador de baja presión del depósito del freno de estacionamiento y freno del remolque. **11** Racor de prueba. **12** Válvula de drenaje.

**884. Algunos circuitos** de alimentación disponen de un **dispositivo de anticongelamiento con evaporador de alcohol (7) o secador de aire (8)**, para separar la humedad (agua) que contiene el aire para **evitar la formación de hielo** en los conductos.

El **circuito** también **dispone** de una serie de **válvulas de seguridad y control** del equipo de alimentación, como es la **válvula de seguridad (9)** ubicada en el **conducto (E)** para el **compresor**, a los efectos de permitir la **salida de aire** al exterior en caso de un **exceso de presión** en el circuito. Con el mismo fin está la **válvula** colocada en la **válvula de protección de cuatro vías (6)** y en el **depósito de anticongelamiento (8)**.

**885. Otro elemento de seguridad** del circuito de alimentación es el **indicador de baja presión (10)** del depósito (calderín) de **freno de estacionamiento y freno de remolque (D)** para controlar su presión.

Los **racores de prueba (11)** sirven para poder **controlar** el estado de la **instalación** de alimentación a base de mediciones. Las **válvulas de drenaje (12)** existentes en todos los **calderines**, sirven para **permitir** efectuar la **retirada del agua** del interior de los mismos, **que a pesar** del dispositivo de anticongelamiento **se acumula**.

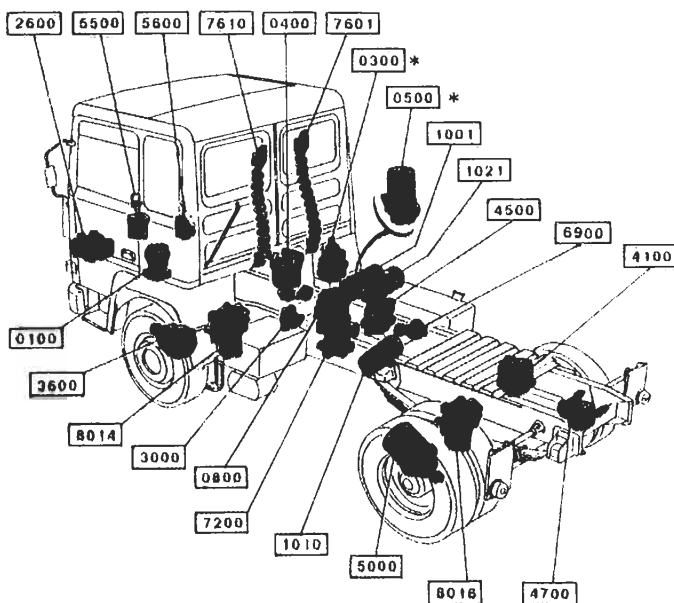
## FUNCIONAMIENTO

**886.** El funcionamiento del circuito de freno neumático es el siguiente: El aire comprimido producido por el **compresor (0100)** pasa a través del dispositivo anticongelante y del **regulador de presión (0300)**, hasta llegar al **depurador (0400)**.

El circuito lleva **intercalada una válvula de purga automática** para evacuar los residuos de condensación, evitando que el agua pase al resto del circuito.

El aire continúa hasta la **válvula de seguridad** de protección de cuatro vías (**0800**), de la que salen cuatro bocas que van a:

- **Calderín** de freno de servicio **delantero (1001)**.
- **Calderín** de freno de servicio **trasero (1010)**.
- **Calderín** de freno de **remolque y estacionamiento (1021)**.
- **Servicios auxiliares** a través de un **filtro (0500)**:
  - **Servoembrague**.
  - **Suspensión neumática**.
  - **Mando neumático** de la caja de velocidades.
  - Etc.



Sistema neumático de frenos

**887. - FRENO DE SERVICIO:** El aire procedente de los **calderines (1001) y (1010)** después de pasar por el bloque de conexión, donde se encuentran las tomas de presión de aire para indicadores luminosos y manocontactos, llega a la **válvula de pedal de freno (2600)**.

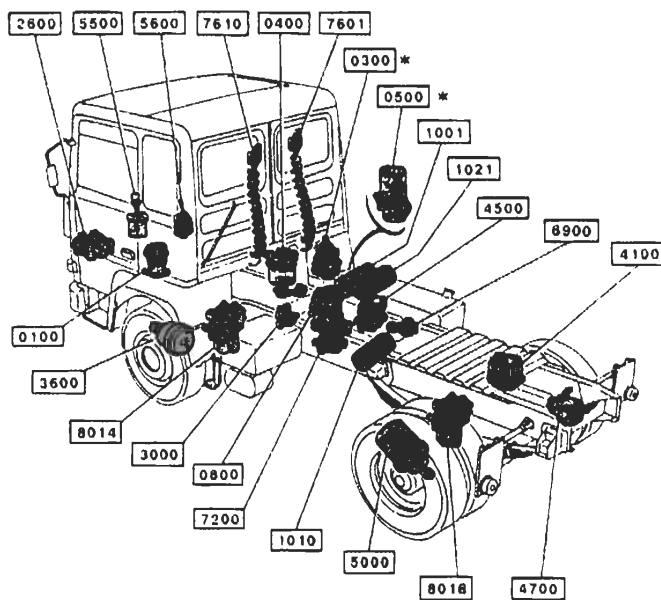
Del bloque de conexión salen también las tomas para los manómetros de presión de aire.

**- FRENO DE REMOLQUE:** El aire procedente del **calderín (1021)** pasa a través de un **conductor de presión (4500)**, llega al bloque electrónico y alimenta la **válvula de mando remolque (7200)**. Desde esta válvula sale una alimentación constante hacia la **cabeza de acoplamiento automática (7601)** (tapón rojo).

Cuando se ha accionado el pedal de **freno (2600)**, se manda aire a presión desde la **válvula de mando remolque (7200)** a la **cabeza de acoplamiento automática (7610)** (tapón amarillo). Este aire actúa sobre los pulmones de freno del semirremolque, produciendo el frenado del mismo al tiempo que el del camión.

El circuito también lleva un **grifo de freno de remolque (5600)** que se acciona manualmente y que sirve para frenar el semirremolque solamente cuando la ocasión lo requiera y a voluntad del conductor.

Este grifo es una llave de paso que recibe alimentación del **calderín (1021)** después de haber pasado por el **grifo de estacionamiento (5500)**.



Sistema neumático de frenos

**888. - FRENO DE ESTACIONAMIENTO:** Se utiliza para mantener el vehículo frenado cuando se encuentra inmovilizado. Se acciona manualmente por medio de la **válvula o grifo de freno de estacionamiento (5500)**.

El aire comprimido procedente del **calderín (1021)** pasa por la **válvula antirretorno (6900)** y desde allí, una salida va a la **válvula de freno de estacionamiento (5500)** y otra alimenta a la **válvula relé (4100)**. Al accionar la **válvula de freno de estacionamiento (5500)** el aire pilota la **válvula relé (4100)** y ésta da paso de aire a los cilindros traseros produciéndose el frenado mecánico del eje trasero. También actúa sobre el semirremolque, produciendo el frenado mecánico del mismo.

## COMPRESOR

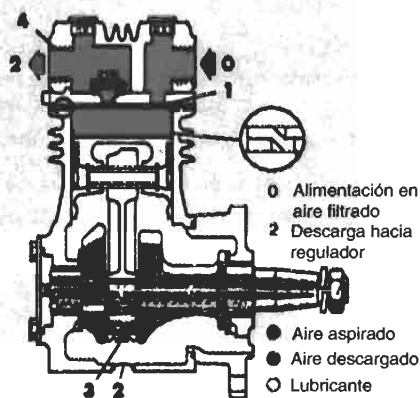
**889. El compresor es accionado por el motor** del vehículo por medio de una correa. **Suministra aire a presión** que se acumula en el depósito o calderín y **se regula** por medio de una **válvula de descarga**.

Los compresores pueden ser **monocilíndricos y bicilíndricos**, refrigerándose por aire y lubricándose a presión por alimentación directa del aceite del motor.

**890. FUNCIONAMIENTO:** El **filtro** de aire del motor **quita el polvo** del aire que entra por el **orificio (0)**. El pistón baja y crea la **aspiración**, con lo cual el **aire puede penetrar** en el circuito por la **válvula (1)**. Al subir el pistón, se comprime el volumen de aire, lo cual provoca el cierre de la **válvula de aspiración (1)** y la apertura de la **válvula (4)**.

El aire comprimido **se descarga** entonces hacia los calderines de aire de la instalación por el **orificio (2)**.

La conexión directa con el circuito de aceite del motor lubrica las piezas móviles. El aceite vuelve directamente al cárter del motor.



Compresor monocilíndrico

## CALDERINES

**891. Son uno o dos depósitos que almacenan el aire comprimido** producido por el compresor y están destinados a suministrar la presión al circuito de frenado y a otros sistemas asistidos neumáticamente, que pueden instalarse en el vehículo. **La presión se controla con un manómetro** situado en el tablero de instrumentos, y un testigo indicador de presión mínima.

En la parte inferior llevan una **válvula de drenaje** o purga manual o automática.

## REGULADOR DE PRESION

**892. Su misión es mantener automáticamente un determinado nivel de presión** de aire en los depósitos (calderines). Cuando la presión pasa de cierta cantidad (5 kg.) se abre una válvula dejando escapar el aire comprimido sobrante al exterior.

**Depura**, por condensación y filtración, **el aire comprimido**, quitando los vapores de agua o aceite que contiene.

Suele llevar un racor para el inflado de los neumáticos y una válvula de seguridad para evitar excesos de presión accidentales.

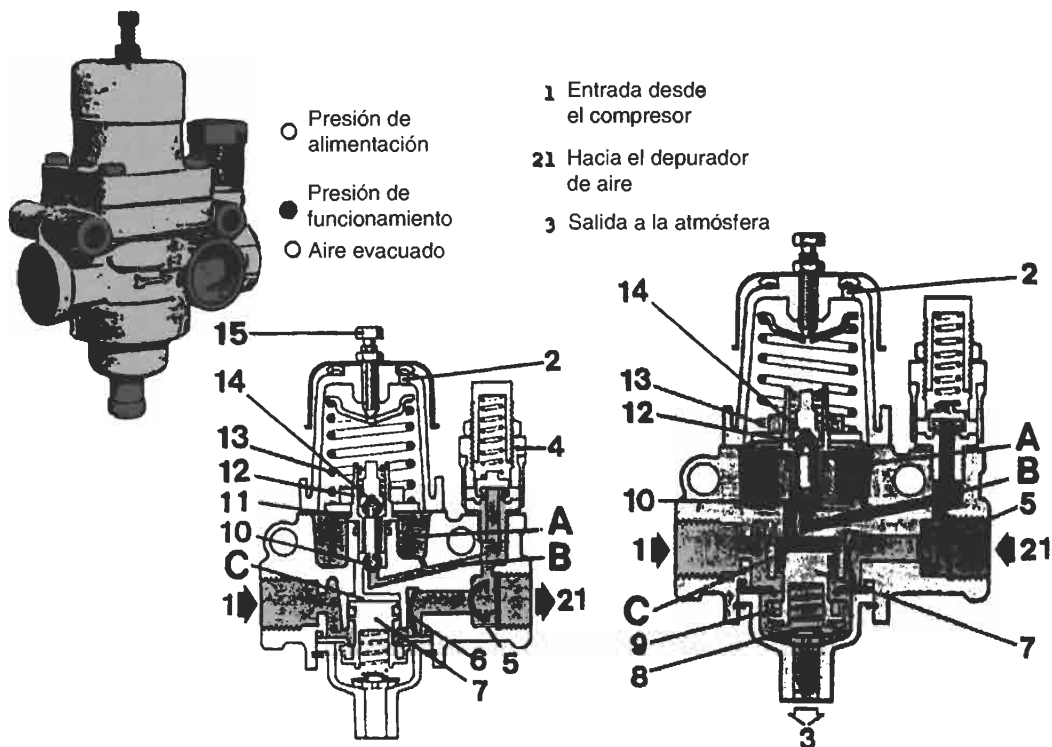
**893. FUNCIONAMIENTO:** Cuando el compresor descarga, el aire descargado penetra en el regulador por el **orificio (1)**. Atraviesa el **filtro (6)** situado alrededor del **pistón (7)** que purifica el aire, eleva la **válvula antirretorno (5)** y pasa a alimentar los circuitos por el **orificio (21)**.

Al mismo tiempo penetra en el cuerpo de la **válvula de seguridad (4)** y en la **cámara (A)** por el **canal (B)**. La presión aumenta su acción en la **cámara (A)** y empuja a la **membrana (11)** que acciona el **pistón (12)** hacia arriba, hasta cerrar, mediante la **válvula (14)**, la comunicación de la **cámara (C)** con la atmósfera por el **orificio (2)**, y abre la **válvula (10)** que pone en comunicación el **canal (B)** con la **cámara (C)**.

Al alcanzar esta posición, se obtiene la presión máxima de alimentación determinada con el calibrado del **resorte (13)**, que se regula por el **tornillo (15)**. Sólo debe ser regulada por un taller especializado.

**894.** Una vez alcanzada la presión máxima de alimentación, la presión de la **cámara (C)** acciona el **pistón (7)**. Al alcanzar la presión de calibrado del **resorte (8)**, el **pistón (7)** baja y abre la **válvula (9)**. El aire descargado por el compresor se evacua hacia la atmósfera por el **orificio (3)**, accionando los residuos de condensación. La **válvula antirretorno (5)** se coloca en su asiento, impidiendo el retorno del aire de los depósitos (calderines). El compresor descarga a la atmósfera durante todo el periodo de presión máxima en los depósitos.

Cuando disminuye la presión máxima en los depósitos, y por tanto en la **cámara (A)**, se produce la vuelta a la posición inicial y entonces el compresor alimenta nuevamente los calderines hasta la presión máxima de alimentación.



Regulador de presión

Si el regulador de presión expulsa aceite por el tubo de descarga puede que estén mal los segmentos del compresor.

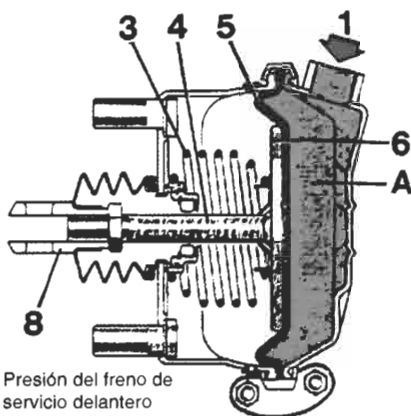
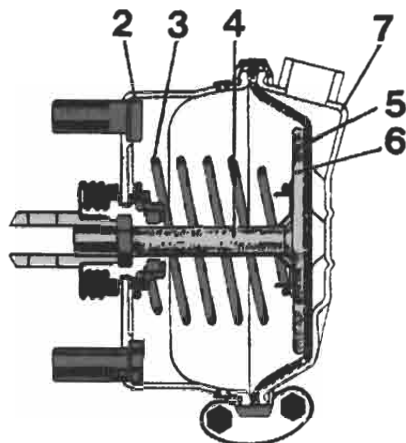
## PULMON O CILINDRO DE FRENO DELANTERO

**895.** Recibe una **presión neumática** que transforma en fuerza mecánica para accionar las zapatas de freno por medio de las **palancas** de freno. Hay **uno** por **cada tambor** o **dos** por **cada eje** (uno por cada rueda).



**896. FUNCIONAMIENTO:** Consta de un **cuerpo (2)** y una **tapa (7)** donde se desplaza una **membrana (5)**, unida a un **pistón (6)**, unido a su vez a una varilla **empujadora (4)**.

En posición carretera, el **resorte (3)**, ayudado por la reacción mecánica del freno, mantiene el conjunto **pistón-membrana (6)-(5)** y varilla **empujadora (4)** en posición desfrenada.

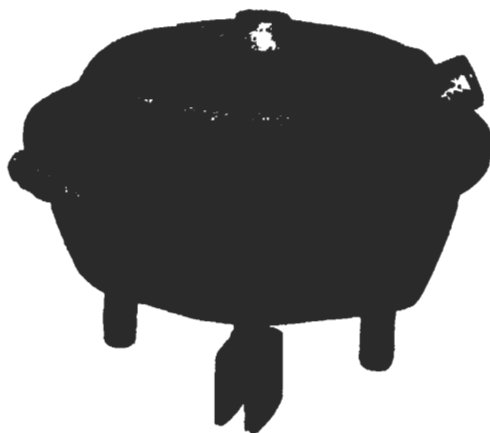


- Presión del freno de servicio delantero
- 1 Alimentación del freno de servicio delantero

A Presión del freno de servicio delantero.

1 Alimentación del freno de servicio delantero.

**897.** Cuando el conductor acciona el pedal de freno, el aire penetra en la **cámara (A)** por el **orificio (1)**, acciona la **membrana (5)** que empuja al pistón y varilla, accionando la palanca de freno por la **horquilla (8)**. Cuando cesa la acción sobre el pedal de freno el aire de la **cámara (A)** sale por el **orificio (1)**. El **resorte (3)** lleva nuevamente al conjunto pistón-membrana a la posición de reposo.



Pulmón de freno (dos para cada eje) (uno por cada rueda)

## PULMON O CILINDRO DE FRENO TRASERO

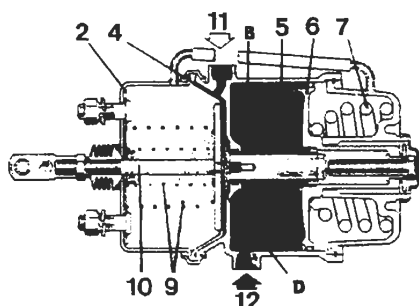
**898. Acciona las zapatas** de freno **por** medio de una **varilla empujadora** conectada con la palanca de freno. Hay **uno por cada tambor** o **dos por cada eje** o **uno por cada rueda**.

Efectúa **también** la función de **freno de estacionamiento**, **evacuando el aire** de una de las cámaras y soltando el resorte que frena el vehículo.

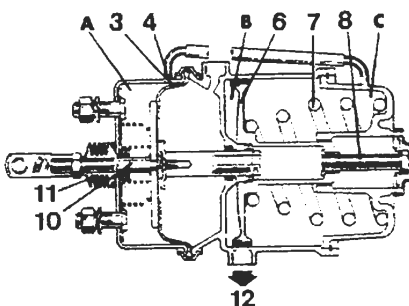
Lleva un **tornillo de compresión del resorte**, que sirve para poder **anular la acción** del mismo y poder desplazar el vehículo sin aire. Antes de poner en funcionamiento el cilindro, es necesario apretar el tornillo a su posición inicial.

**899. FUNCIONAMIENTO:** El cilindro consta de dos elementos, uno de los cuales corresponde al freno de servicio, **cámara (2)** y el otro al freno de estacionamiento, **cámara (5)**. Cuando se pone el freno de estacionamiento en posición de carretera, el aire comprimido penetra en la **cámara (B)** por el **orificio (12)** y empuja al **pistón (6)** que comprime al **resorte (7)**. La **varilla empujadora (10)**, empujada por los **resortes (9)**, suelta las zapatas de freno.

Cuando se acciona el freno de estacionamiento, la presión de la **cámara (B)** sale por el **orificio (12)**. La acción del **resorte (7)** es la que predomina y empuja al **pistón (6)** y a la **membrana (4)** que, por medio de la **varilla empujadora (10)** y de la palanca de freno, accionan las zapatas y frenan el vehículo mecánicamente.



- Presión del freno de servicio trasero
- Presión del freno de estacionamiento
- Aire evacuado



- 11 Alimentación del freno de
- 12 Alimentación del freno de estacionamiento

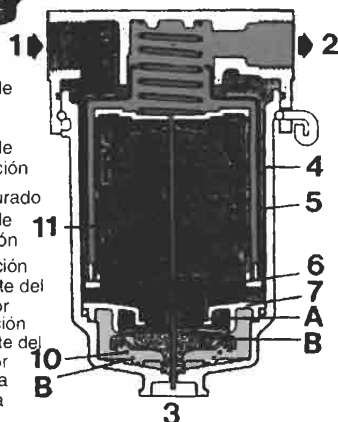
Pulmón o cilindro de freno trasero (dos por cada eje)

## FILTRO DEPURADOR

**900. Elimina los vapores de agua y aceite contenidos en el aire.** Dicha separación se efectúa por centrifugación. Un filtro retiene las partículas sólidas que pudiera haber. Los productos de decantación se eliminan automáticamente.

**901. FUNCIONAMIENTO:** El aire que penetra por el **orificio (1)** crea un torbellino eliminando las partículas por la fuerza centrífuga adquirida, proyectándolas por inercia contra las paredes de la **cuba (4)** y el **deflector (5)**. El aire pasa por el cartucho **filtrante (11)**, que retiene las partículas sólidas y totalmente depurado sale por el **orificio (2)**.

Las partículas se recogen en el **separador (7)** y el fondo de la **cuba (4)**. Se cierra el **orificio (3)** y cuando se alcanza la presión de calibrado del **resorte (10)**, la **membrana (8)** permite llenar de aire la **cámara (B)**. Los residuos de condensación se acumulan encima del orificio al caer la presión en la **cámara (A)**, y la presión de la **cámara (B)** abre el **orificio (3)** saliendo los residuos de condensación a la atmósfera.



- Presión de alimentación
- Presión de alimentación
- Aire depurado
- Presión de evacuación
- 1 Alimentación procedente del compresor
- 2 Alimentación procedente del compresor
- 3 Salida a la atmósfera

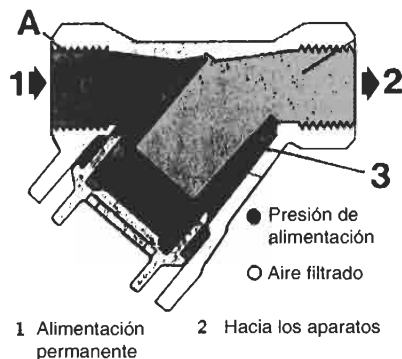
Filtro depurador

## FILTRO DE AIRE

**902.** Se monta a la entrada de los servicios auxiliares, **eliminando** posibles **cuerpos extraños**.

**903. FUNCIONAMIENTO:** El aire pasa a la **cámara (A)** por el **orificio (1)**, luego pasa por el **cartrucho filtrante (3)** y sale filtrado por el **orificio (2)**.

Cuando el aire pasa en sentido contrario no se filtra.



Filtro de aire

## DISPOSITIVO ANTICONGELANTE

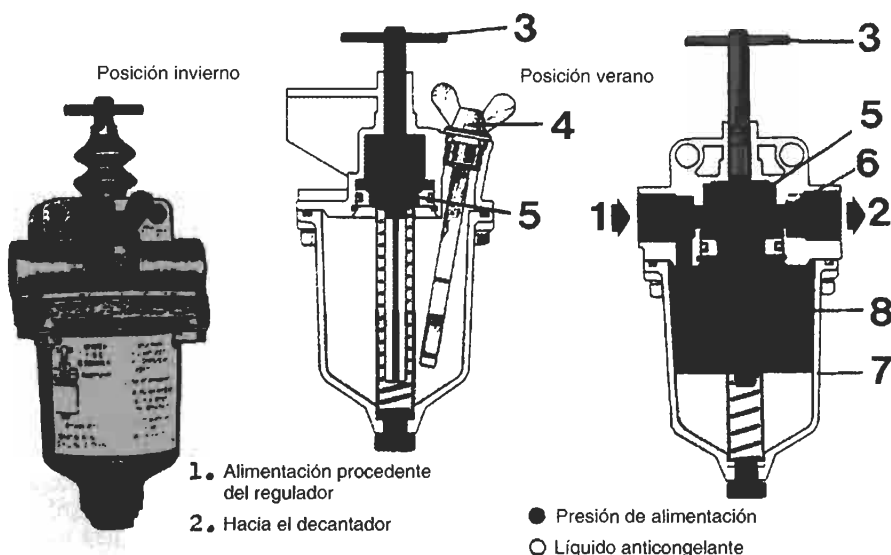
**904.** Cuando se comprime el aire ambiental se produce humedad, que conviene no penetre en el dispositivo de frenado ya que podría ocasionar corrosión en las válvulas y congelación con bajas temperaturas (igual o inferior a 5° C).

Este dispositivo se utiliza para **inyectar el líquido anticongelante** en los circuitos, **evitando la formación de hielo** en los mismos. La mezcla recomendada de anticongelante es de 25% de anticongelante y 75% de alcohol desnaturalizado (etanol o alcohol de quemar).

**905. FUNCIONAMIENTO:** En invierno, la **manecilla (3)** está bloqueada en la posición alta. El **tapón (5)** está abierto y el **eje (6)** enriquece el flujo de aire comprimido con líquido anticongelante. En verano, la **manecilla (3)** está bloqueada en la posición baja. El **tapón (5)** aísla el flujo de aire comprimido del **eje (6)** y del **depósito (7)**.

Una vez al año deben limpiarse la **varilla (8)** y el **depósito (7)**. Engrasar ligeramente la **varilla (8)**.

En invierno se debe comprobar diariamente el nivel de alcohol y periódicamente se debe realizar su cambio, situando la manilla en la posición de verano.



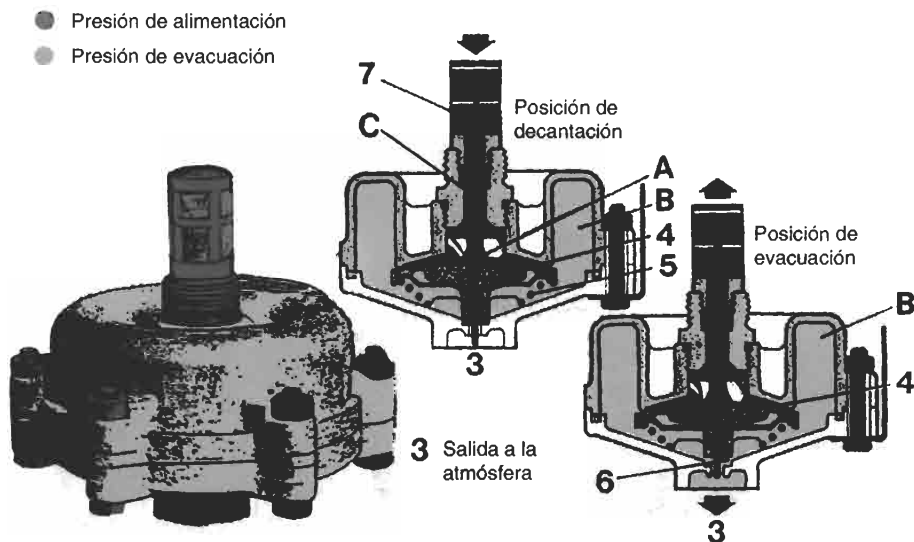
Dispositivo anticongelante

## VALVULAS DE DRENAJE (PURGA)

**906. Permite evacuar los residuos de condensación** (agua) que se encuentran en el **fondo de los calderines** en cuanto se produce una caída de presión en los mismos. Un aumento de agua en los calderines reduce el volumen útil acortando los tiempos de llenado y aumentando el descenso de presión en cada frenado. Su actuación puede ser manual o automática. **Las válvulas están situadas en los puntos más bajos de los depósitos o calderines.** (Véase art. 921).

**907. FUNCIONAMIENTO:** La presión de aire en el calderín arrastra los productos de decantación a través del **filtro (7)** y penetra en la **cámara (A)** por el **canal (C)**. Cuando la presión en la **cámara (A)** se vuelve superior al valor de calibrado del **resorte (5)**, la **membrana (4)** está apoyada en su asiento y cierra el **orificio de evacuación 3**. La presión actúa en la periferia de la **membrana (4)** haciéndola bajar y penetra entonces en la **cámara (C)**, hasta que haya un equilibrio entre las presiones de las **cámaras (A) y (B)**.

Al caer la presión en el calderín a causa de una utilización, la presión de la **cámara (B)** predomina elevando la **membrana (4)**, la cual se desprende de su asiento y abre el **orificio de evacuación (3)**. El aire sale entonces arrastrando a los productos de decantación. **El filtro (7) debe limpiarse cada 20.000 km.**



Válvula de purga automática

## VALVULA DE SEGURIDAD O DE PROTECCION (4 VIAS) O VALVULA REGULADORA

**908. En el propio regulador de presión hay instalada una válvula de seguridad** que, en caso de avería de aquél, **descarga la presión** al exterior en cuanto **sobrepasa cierta cantidad (5 kg.)**

**Se trata de la válvula más importante del circuito para evitar la sobrepresión de aire en el calderín, permitiendo la salida del aire al exterior.**

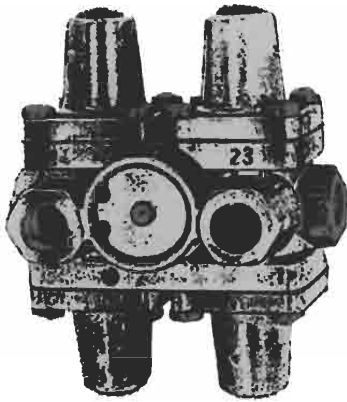
**Tiene 4 circuitos paralelos**, de forma que si falla un circuito, lo aísla, **garantizando en los demás circuitos una presión mínima**, y permite realimentar los demás circuitos a la presión de abertura de la válvula del circuito averiado.

La presión mínima garantizada es suficiente para parar el vehículo según las normas de seguridad.

**Su funcionamiento debe verificarse periódicamente**, pues un defecto de estanqueidad de una válvula no se observa en el vehículo, pero puede acarrear graves consecuencias.

**909. FUNCIONAMIENTO:** Seguidamente se indican las **tres posiciones** de funcionamiento:

- Posición de reposo y prealimentación de los circuitos.
- Alimentación de los circuitos.
- Fallos de un circuito.



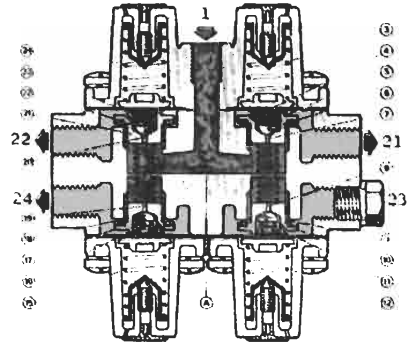
1 - Alimentación

21 - Hacia circuito de freno de servicio trasero

22 - Hacia circuito de freno de servicio delantero

23 - Hacia circuito de freno de emergencia (SC 10)

24 - Hacia circuito de freno de estacionamiento y de servicios.



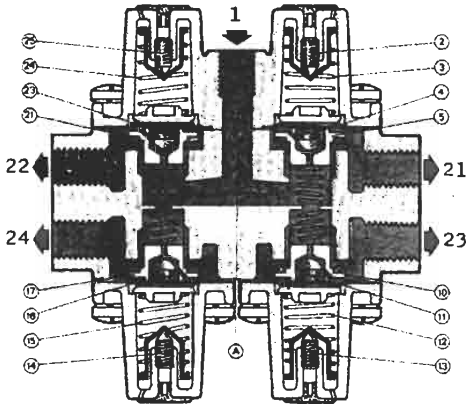
○ Presión de alimentación

○ Presión inferior a la presión de apertura

Válvula de protección de 4 vías

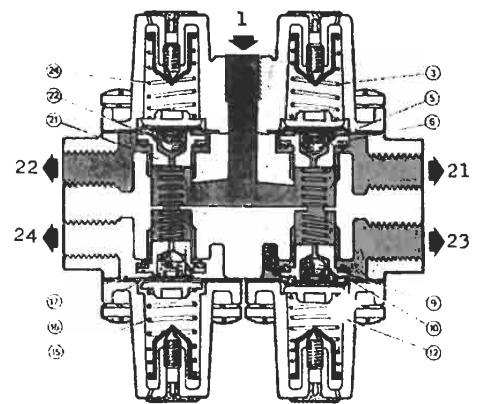
Válvula de seguridad

Posición de reposo y prealimentación



○ Presión de alimentación

Alimentación de circuito



○ Presión de alimentación

Válvula de protección de 4 vías

Fallo de un circuito

## VALVULA DE PASO

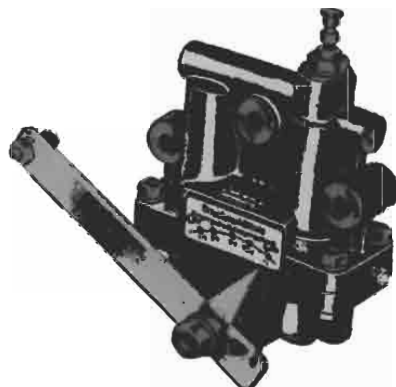
**910.** Accionada por el pedal de freno, **deja pasar el aire a presión hasta los cilindros de las ruedas.**

## VALVULA DE DESCARGA RAPIDA

**911.** Situada en la bifurcación de canalizaciones, tanto de las ruedas delanteras como traseras, **elimina automáticamente el aire contenido en los cilindros de las ruedas** cuando cesa la acción de frenado.

**CORRECTOR DE FRENADO**

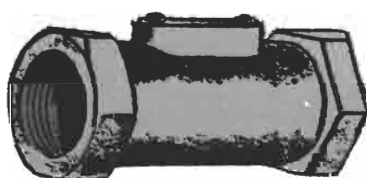
**912. Regula la presión de frenado del eje trasero** en función de la carga del vehículo.



Corrector de frenado

**VALVULA ANTIRRETORNO**

**913. Deja pasar el aire comprimido en un solo sentido.**

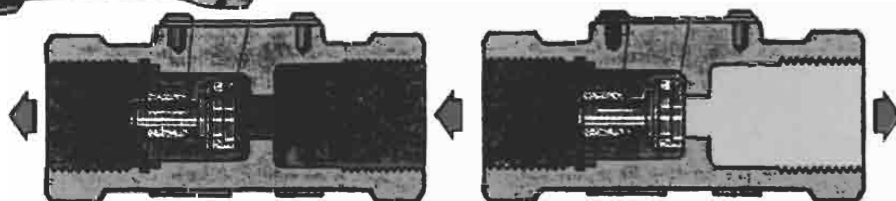


● Presión de alimentación

○ Caída de presión

1 - Alimentación permanente

2 - Hacia los aparatos



Válvula antirretorno

**GRIFO DE FRENO DE REMOLQUE Y DE ESTACIONAMIENTO**

**914. Por el grifo de remolque éste se frena a voluntad del conductor** accionando la palanca que, al soltarla, vuelve a su posición inicial.

Al accionar el **grifo de estacionamiento** el vehículo **se frena mecánicamente** por medio del resorte que lleva el cilindro trasero de freno.



Grifo de freno de remolque



Grifo de freno de estacionamiento

## MANOMETRO

**915.** Es el **encargado de indicar** al conductor la **presión de aire** en los depósitos y, cuando frena, la presión de trabajo en las tuberías y cilindros de freno.

Pueden ser:

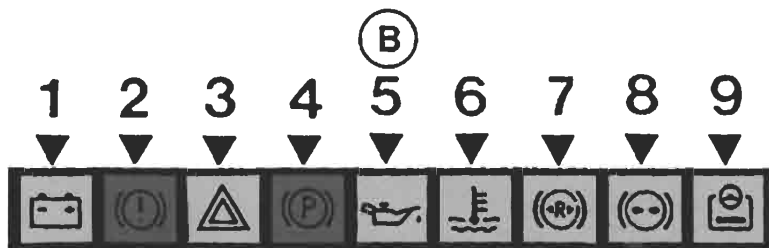
- **Neumáticos** (dobles en las instalaciones de vehículos pesados).
- **Eléctricos.**

Se puede montar un **manómetro doble** para el circuito de alimentación y otro para el de frenado de servicio. Una aguja marca la presión del circuito de alimentación y otra la del de frenado.

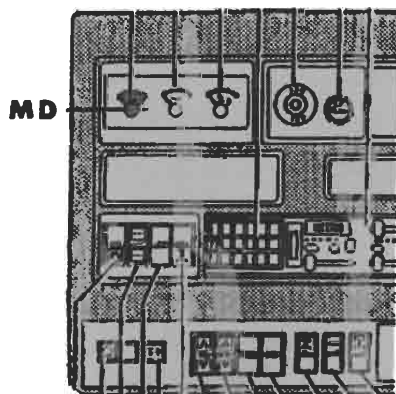
En caso de frenado brusco ambas agujas se superponen. En circulación se debe realizar un control constante de los manómetros.

En el cuadro de mando de los camiones existen unos elementos de control del circuito neumático de frenos que son:

- **B2:** Indicador luminoso de **alerta de presión mínima** de aire. Se enciende cuando la presión en el circuito es insuficiente. Se debe parar inmediatamente el vehículo y buscar y corregir la causa.
- **B4:** **Indicador luminoso de freno de estacionamiento.** Se enciende cuando se acciona el freno de estacionamiento y se apaga al desactivarlo.

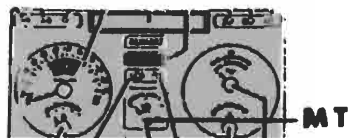


Indicadores luminosos



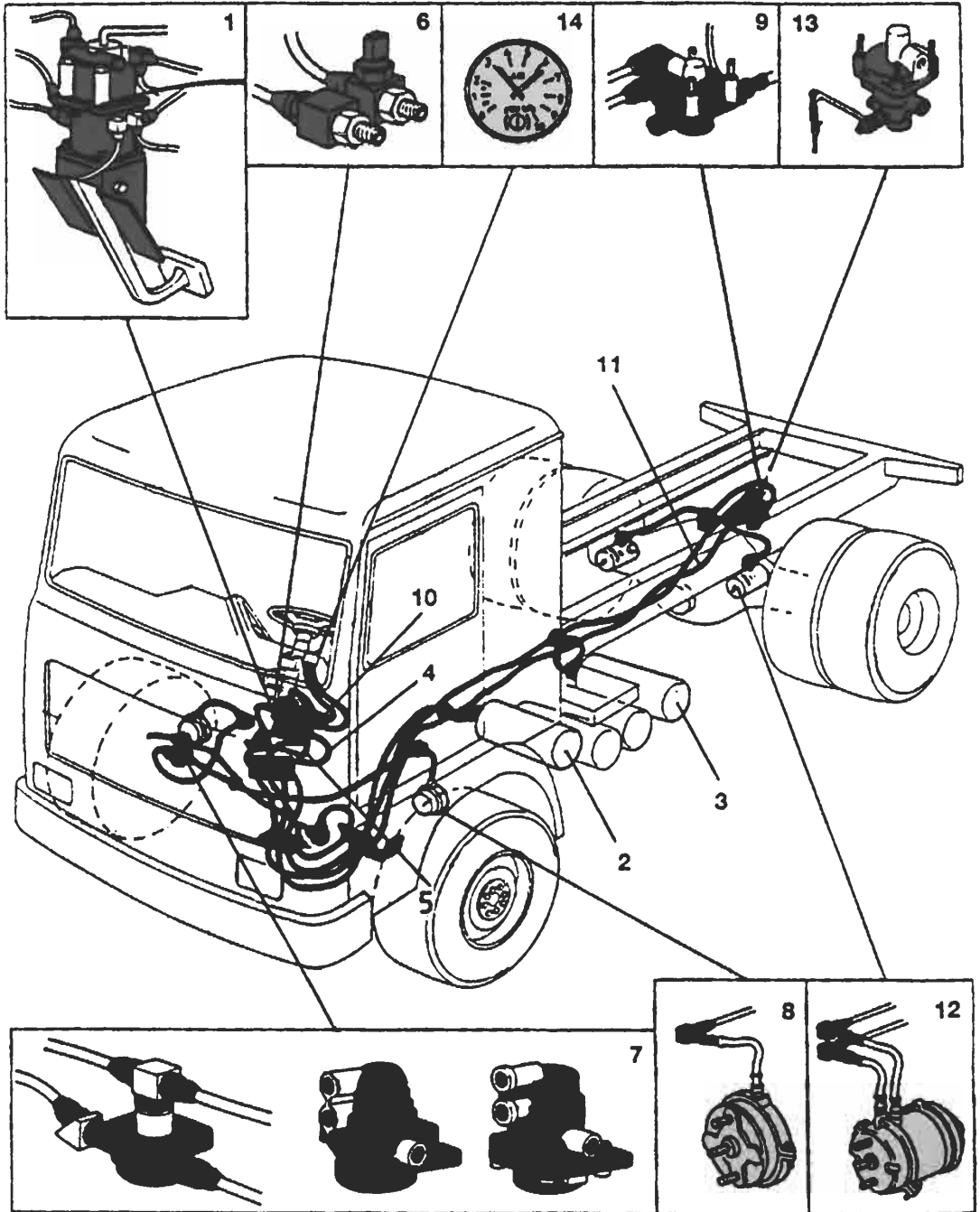
**916. - MD: Manómetro de presión** de aire del **cir-**  
**cuito delantero.**

- **MT: Manómetro de presión** de aire del **cir-**  
**cuito trasero.**



Manómetros de presión

# SISTEMA DE FRENOS DE MANDO NEUMATICO EN VEHICULOS PESADOS



Sistema operativo de la instalación de frenos de aire comprimido para los frenos de servicio.

**1** Válvula del pedal de freno. **2** Depósito de aire para los frenos delanteros. **3** Depósito de aire para los frenos traseros. **4** Conduto de aire comprimido procedente de depósito (2). **5** Conduto de aire comprimido procedente de depósito (3). **6** Válvulas de salida y colocación del presocontacto para el encendido de las luces de freno. **7** Válvula de liberación rápida y otras posibles variantes. **8** Pulmón o cilindro de mando de los frenos delanteros. **9** Válvula-relé de los frenos traseros. **10** Conduto de aire comprimido para alimentación de la válvula-relé. **11** Conduto de aire comprimido procedente de depósito (3) para alimentación de los frenos traseros. **12** Pulmones o cilindros de mando de los frenos traseros. **13** Válvula sensible a la carga. **14** Manómetro de control en el panel de instrumentos.



## SISTEMA DE FRENADO DEL SEMIRREMOLQUE

### ELEMENTOS

**917. Conexiones:** Las conexiones para el **freno del semirremolque se realizan a través de las cabezas de acoplamiento**, cuya misión es realizar la unión flexible en las instalaciones de freno por aire comprimido, entre el **tracto-camión y el semirremolque**.

**Cabezas de acoplamiento:** Las que lleva el **tracto-camión** son del **tipo B**, que dejan pasar aire al **semirremolque**, pero van equipadas con una **válvula automática de cierre del aire**, para cuando el tractor y el semirremolque estén desenganchados. De esta forma no es necesaria la incorporación de una llave de cierre en cada una de las tuberías de aire del tracto-camión. Disponen de un cierre de seguridad que hace imposible acoplar la tubería de freno de servicio con la tubería de alimentación o presión constante. Llevan además tapas de distinto color.

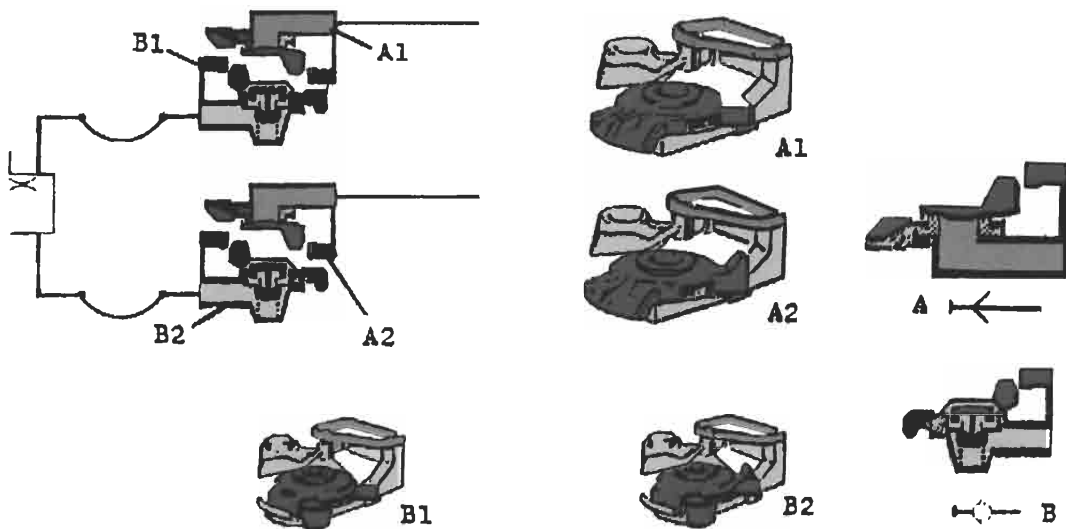
- **B1: Tapa roja.** Presión constante de alimentación.

- **B2: Tapa amarilla.** Presión de freno de servicio.

Las cabezas de acoplamiento del semirremolque son iguales a las descritas anteriormente pero sin la válvula automática de cierre.

- **A1: Tapa roja.**

- **A2: Tapa amarilla.**



Conexiones de las cabezas de acoplamiento

### FUNCIONAMIENTO. ACTUACION EN CASO DE AVERIA

**918.** La **tubería de alimentación (roja)** recibe alimentación de la válvula mando de remolque del camión, este aire pasa a través del **filtro (24)** de la **válvula de aflojamiento (25)** y la **válvula relé de urgencia (26)**, hasta el **calderín de reserva (27)**. De este depósito se toma la alimentación de la **válvula relé (29)**.

301

## MANTENIMIENTO Y PRECAUCIONES

**921. - Cada mes, o cada día en invierno, se deben purgar los calderines de freno con la válvula manual de purga**, si es que no lleva una válvula automática. Hay que tener la precaución de poner la palanca de cambio en punto muerto para que no se quede enclavada una velocidad por falta de aire.

- **Verificar el correcto enganche de las conexiones del semirremolque al tractor.** Así mismo, verificar el correcto funcionamiento del circuito del semirremolque y ver que no existen fugas.

- **Utilizar el freno manual de remolque sólo excepcionalmente y en trayectos difíciles.**

- **Para desbloquear el freno de estacionamiento**, en caso de falta de presión de aire, **desenroscar el tornillo (1)** del cilindro trasero de freno. Lo que se hace es vencer la acción de muelle del cilindro. Para volver a la situación normal hay que enviar una presión mínima de **5 bares** y luego apretar el tornillo hasta su posición inicial.

**922. - Verificar y limpiar periódicamente los filtros** intercalados en las tuberías de freno.

- **Está prohibido modificar el circuito** o aparatos de frenado sin autorización escrita del fabricante.

- **Si con el motor parado la presión de aire en los circuitos cae rápidamente**, la causa suele ser una **fuga por un racor**. Utilizar agua jabonosa para detectarlo y corregir la fuga.

- **Reemplazar**, siguiendo las instrucciones del fabricante, el **cartucho secador de aire**. Este cartucho es contaminante, por lo que debe tratarse como un desperdicio especial.

- **Verificar una vez al año el nivel de líquido en el dispositivo anticongelante**, limpiando las piezas y engrasando la varilla de nivel.

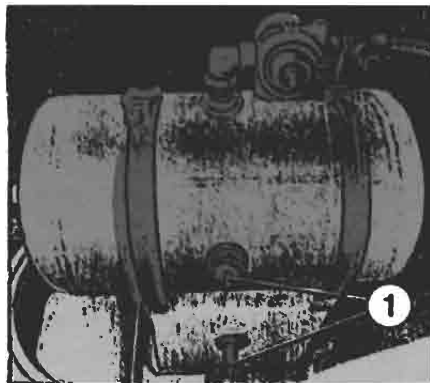
**923. - Verificar periódicamente la tensión de la correa del compresor.**

- **Antes de arrancar el vehículo, y con el motor en marcha**, esperar a que los **manómetros indiquen que hay presión** de aire suficiente en los circuitos neumáticos.

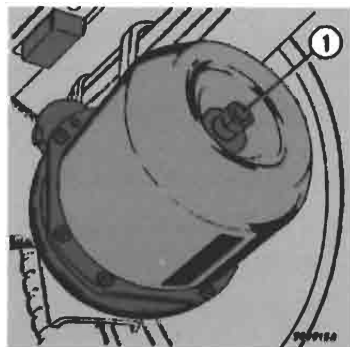
- **Si en una bajada se abusa del freno de servicio**, puede aparecer el efecto "**fading**", que es la **pérdida de eficacia de los frenos debido al aumento de temperatura en los forros**. Este aumento de temperatura hace que los forros se cristalicen disminuyendo considerablemente el coeficiente de rozamiento entre éstos y el tambor.

Así mismo en los frenos de **sistema hidráulico** puede aparecer el efecto "**vapor-lock**", que es un **calentamiento excesivo del líquido de frenos** que trae como consecuencia la aparición de **bolsas de gas procedentes de la descomposición o vaporización** de alguno de los componentes del líquido de frenos. **El líquido se vuelve entonces compresible**, aumenta la carrera del pedal de freno y hay una pérdida de eficacia en el sistema de frenado.

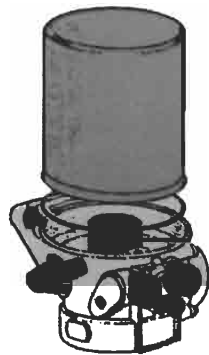
- **No utilizar el freno de estacionamiento con los frenos calientes**, pues al estar calientes los tambores, el esfuerzo producido por el freno **puede producir deformaciones en los mismos**.



**1.** Válvula manual de purga para sacar el líquido de los calderines



**2.** Tornillo de desbloqueo freno de estacionamiento



**3.** Cartucho secador de aire

# AVERIAS DE FRENOS NEUMATICOS

924.

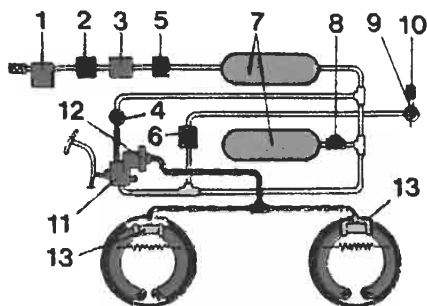
| DEFECTO  | CAUSA   | ¿QUE HACER?   |
|--|---|---|
| <b>Frenos ruidosos al empezar a frenar</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gripado de articulaciones</li> <li>• Juego excesivo entre zapatas y tambor</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Ajustar con palanca de freno si es manual. Si no se corrige, llevar al taller.</li> </ul>   |
| <b>Silbido durante el frenado y posibles vibraciones.</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal apoyo de las superficies de fricción por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- oxidación de la superficie del tambor,</li> <li>- mal rectificado de un tambor,</li> <li>- cota de rectificado excedida.</li> </ul> </li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Cambiar tambor en taller.</li> </ul>   |
| <b>Vibraciones. Retemblado.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deformación del tambor por un mal apriete de rueda.</li> <li>• Mala calidad del forro de freno.</li> <li>• Inversión en el montaje de alguna zapata.</li> <li>• Desgaste irregular de los forros.</li> <li>• Mal estado de las superficies de los forros. Presencia de aceite, polvo o agua.</li> <li>• Destalonado insuficiente de los forros.</li> <li>• Ovalización o conicidad de tambores.</li> <li>• Juego excesivo de rodamientos de buje.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar apriete.</li> <li>• Sustituir el forro.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> </ul> |
| <b>Los frenos tardan en desbloquearse después de dejar de frenar.</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La válvula de descarga rápida en el circuito delantero o la relé en el circuito trasero, obstruida o averiada.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>   |
| <b>Mal funcionamiento del freno de estacionamiento.</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuga de aire por alguna tubería de este circuito.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corregir o llevar al taller.</li> </ul>  |
| <b>Al dejar de actuar el freno de estacionamiento no se desbloquean las ruedas traseras.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de presión en el cilindro trasero, para vencer la acción del muelle.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>   |
| <b>El regulador de presión expulsa aceite a la atmosfera.</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holgura en los segmentos del compresor.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>   |
| <b>Circuito de frenos agarrotado.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de agua helada en el circuito, por falta de líquido anticongelante en la válvula.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Añadir líquido anticongelante y descongelar, después purgar.</li> </ul>  |
| <b>Desgaste excesivo de los frenos del tractocamión.</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de semirremolque agarrotada (suciedad).</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>   |
| <b>Desvío hacia un lado al frenar.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación de palancas de freno o levas de freno diferente en rueda derecha y rueda izquierda.</li> <li>• Holguras diferentes entre las dos zapatas y el tambor de una misma rueda.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>  |

| DEFECTO  | CAUSA  | ¿QUE HACER?  |
|--|--|--|
| <b>Frenos agarrados y válvula remolque agarrada.</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forros de zapatas desgastados y la leva no retorna a su posición inicial.</li> <li>• Desgaste de las zapatas de la cabeza tractora.</li> <li>• Suciedad.</li> <li>• Articulaciones de giro oxidadas.</li> <li>• Falta de simetría en las levas de freno.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir forros o zapatas.</li> <li>• Limpiar.</li> <li>• Limpiar.</li> <li>• Limpiar.</li> </ul>                  |
| <b>Los manómetros no marcan presión.</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correa del compresor rota.</li> <li>• Compresor averiado.</li> <li>• Regulador de presión averiado, el aire se escapa a la atmósfera.</li> <li>• Fuga importante en tubería, antes de llegar a la válvula de 4 vías.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar correa.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>   |
| <b>Los manómetros marcan presión excesiva.</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulador de presión mal tarado.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratar de regular con el tornillo.</li> </ul>   |
| <b>La presión no sobrepasa los 5 ó 6 kg.</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe una fuga en alguno de los circuitos y es la válvula de 4 vías la que actúa manteniendo la presión que marcan los manómetros.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>  |
| <b>El eje trasero frena excesivamente o frena muy poco.</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula dependiente de la carga mal tarada o defectuosa.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> </ul>  |
| <b>Ruedas del eje trasero se quedan bloqueadas al dejar de frenar.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuga de aire por tubería de alimentación del cilindro trasero o fuga dentro del propio cilindro a través de la membrana. No hay presión de aire para vencer la resistencia del muelle.</li> <li>• Mal reglaje del recorrido del pedal de la válvula de freno.</li> <li>• Mal ajuste de las articulaciones, palanca de freno, levas, muelle de retroceso, etc.</li> <li>• Forros gastados excesivamente. La leva de freno no permite la recuperación.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> <li>• Llevar al taller.</li> </ul> |

## SISTEMA DE FRENO DE MANDO HIDRONEUMÁTICO

**925.** Es empleado en algunos **vehículos industriales ligeros**. Además de la instalación **neumática**, se monta otra de **tipo hidráulico** con amplificador de frenada de una cámara.

En este caso, el **aire comprimido** sólo sirve de **ayuda** de la **fuerza** que ejerce el **conductor con el pie** y que actúa sobre el cilindro principal. El vehículo, en caso de fallar el aire a presión, puede ser frenado mediante esfuerzo muscular.



Freno hidroneumático

- 1** Compresor. **2** Botella de carga. **3** Regulador de presión. **4** Medidor de presión. **5** Bomba anticongelante. **6** Válvula de freno. **7** Depósito de aire. **8** Válvula de entrada. **9** Llave de cierre. **10** Acoplamiento para el remolque. **11** Refuerzo de freno. **12** Cilindro principal. **13** Cilindro de las ruedas.

· Aire a presión.

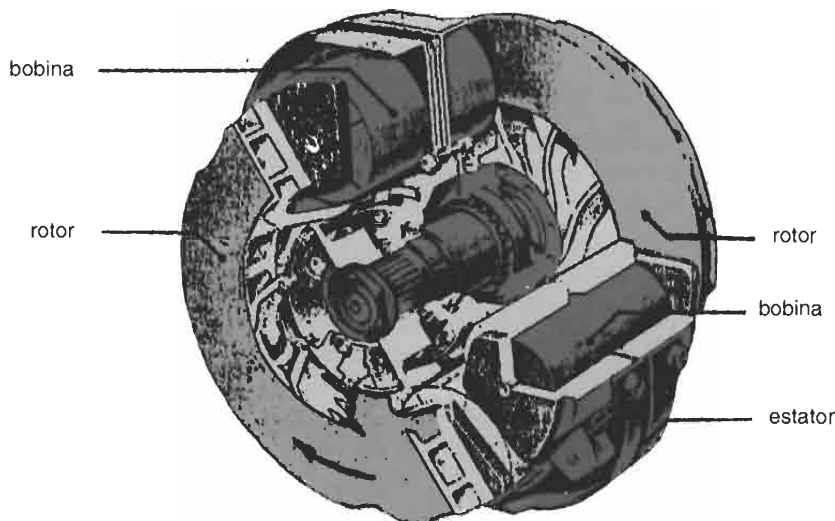
xxxxxxx Líquido de frenos.

## SISTEMAS AUXILIARES DE FRENADO

### RALENTIZADORES (RETARDADORES)

#### ELECTRICOS (ELECTROMAGNETICOS) (FRENO ELECTRICO)

**926.** Es un **freno continuo o retardador** que, usado adecuadamente, **preserva los frenos de servicio**, obteniéndose una **mayor duración de los forros** de freno. Se basa en la creación de un **campo magnético** por la corriente eléctrica que circula por unas bobinas activando unos **electroimanes**. Este campo magnético atraviesa los rotores y crea otras corrientes llamadas de **Foucault**, que excitan las bobinas del estator y **generan un par de frenado**. **No existe roce** entre sus elementos de frenado ya que **este efecto** se produce por la **reacción** de las **corrientes inducidas** sobre el elemento móvil de un **campo magnético** inductor.

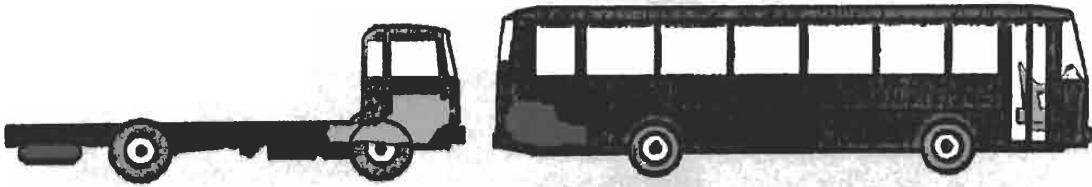


Componentes de un ralentizador eléctrico

Bajando una larga pendiente los frenos acaban por **calentarse** en exceso y pueden no frenar (efecto fading). Por ello, en tal caso, se debe actuar en primer lugar sobre el retardador eléctrico y posteriormente sobre el freno de servicio en caso necesario.

**927.** El **montaje** de este tipo de ralentizadores puede realizarse de **dos formas**:

- **En la transmisión**, para grandes distancias entre ejes.
- **Focal, en la caja de cambios o puente trasero** para distancias cortas entre ejes.



Entre transmisiones (larga)

Instalación ralentizador eléctrico

Focal (corta)

### HIDRAULICOS (HIDRODINAMICOS)

**928.** Es un **retardador hidrodinámico de un solo flujo** que 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. Periodicamente se debe cambiar el aceite.**

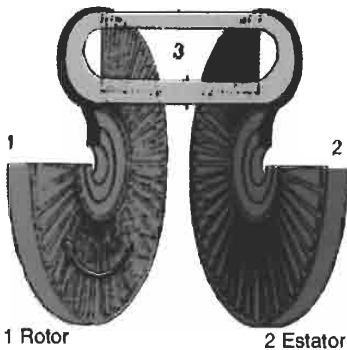
Se compone de un **rotor**, solidario al árbol de transmisión, y de un **estator fijo**. El aceite entra en el receptáculo donde se encuentran los dos rodetes en el momento de retener el vehículo, **creándose una resistencia al giro del rotor** que se transmite uniformemente a través del eje de transmisión, **produciéndose la retención del vehículo, sin ser necesaria la utilización sistemática de los frenos de servicio.**

**929.** El **ralentizador hidráulico** lleva un sistema especial de refrigeración:

- 1.- **Termostato.**
- 2.- **Intercambiador de temperatura.**
- 3.- **Ralentizador.**
- 4.- **Caja de cambios.**
- 5.- **Motor.**
- 6.- **Bomba de agua del circuito de refrigeración.**
- 7.- **Radiador de aceite.**

**930.** Los dos tipos de ralentizadores se accionan con una palanca de varias posiciones o bien mediante el pedal de freno, actuando solamente en la primera posición del pedal (freno previo). También puede actuar combinado con el freno de servicio.

Son **compatibles** con el montaje y actuación del sistema **ABS** de frenos.

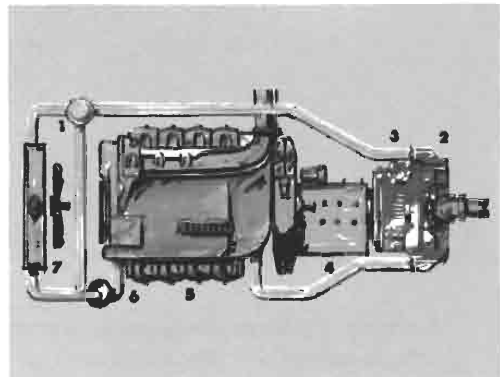


1 Rotor

2 Estator

3 Corriente de aceite

Retardador hidrodinámico



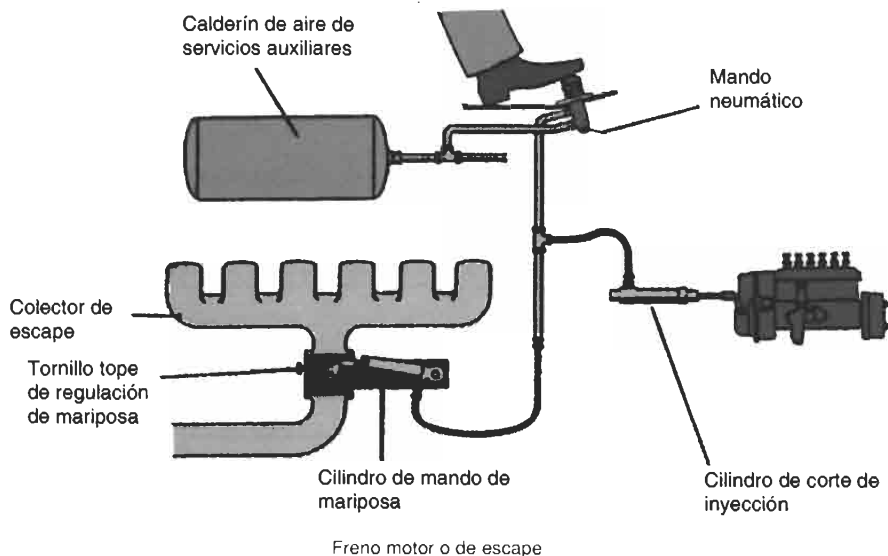
Ralentizador hidráulico

## FRENO MOTOR (EN EL ESCAPE)

**931. 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**.

**932.** Existen **dos sistemas** de freno motor:

- **Freno en colector de escape:** En este sistema **una válvula de mariposa** tapa en parte el tubo de salida del colector de escape, produciéndose una **contrapresión** en este colector de **2 a 5 bares** que frena el desplazamiento de los pistones. La **contrapresión** está regulada por la **mayor o menor apertura de la mariposa**. Si la **contrapresión** fuera muy **elevada** podría perjudicar el cierre correcto de las válvulas de escape, y por este motivo la **mariposa lleva un talaadro de seguridad**. El mando de cierre de la mariposa está ligado al corte de inyección.
- **Freno sobre culata:** Este sistema **suele montarse** en motores con **árbol de levas en cabeza**. El árbol de levas lleva un **balancín especial**, que **actúa sobre las válvulas de escape** dejándolas ligeramente abiertas y produciendo una contrapresión similar a la de mariposa en el colector de escape. **Este método no es muy usado** pues requiere llevar un sistema especial de inyección individual para cada cilindro.



## ABS.- ANTIBLOQUEO DE RUEDAS

**933. Evita el bloqueo de las ruedas** regulando la presión hidráulica **durante un frenado brusco**. Existe un **testigo luminoso** en el cuadro de instrumentos que se mantiene **encendido si la velocidad** del vehículo **es inferior a 7 km/h ó 15 km/h** si lleva semirremolque. Este testigo se apaga al superar esas velocidades. Si no es así, llevar a revisar el sistema pues hay avería en el mismo. En **caso de avería del ABS**, éste queda anulado y el camión **frena con el sistema clásico de frenos**.

**El ABS es un sistema electrónico** que corrige automáticamente la potencia de frenado de cada rueda (o de un eje) en función del nivel de adherencia que encuentra.

Al adaptar la potencia del frenado a la adherencia que se encuentra bajo cada rueda, el **ABS** permite al conductor controlar exactamente la trayectoria del vehículo, conservando al mismo tiempo la estabilidad y aprovechando la mayor eficacia del frenado compatible con el estado de la carretera.

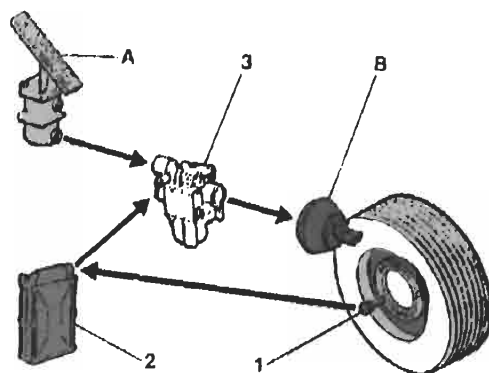


## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

**934.** Con el motor en marcha y el vehículo en movimiento, el conjunto **corona dentada/captador (1)**, montado en cada uno de los bujes de rueda, transmite al calculador la velocidad de las ruedas.

El **calculador (2)** compara la velocidad de las ruedas entre sí y en relación con los parámetros que tiene memorizados. Si la velocidad de una rueda es inferior a las tolerancias programadas, el calculador reacciona accionando la electroválvula correspondiente.

La **electroválvula (3)** intercalada entre la válvula de **pedal de freno (A)** y cada **cilindro de freno (B)**, actúa directamente sobre la presión de mando del freno, rectificándola gradualmente.



Antibloqueo de ruedas ABS

El sistema se completa con un conjunto de relés de alimentación e indicadores luminosos.

**935.** En el caso de fallo del sistema, el conductor queda informado por el indicador luminoso del tablero de instrumentos, y al mismo tiempo, el sistema queda neutralizado de modo parcial o total según la importancia de la avería. El vehículo conserva entonces las características del frenado clásico, como se ha dicho anteriormente.

Si el vehículo va equipado con un retardador eléctrico o hidráulico, estos quedan neutralizados mientras el **ABS** está funcionando.

## ASR.- ANTIPATINAJE DE RUEDAS (REGULADOR ANTIDESLIZANTE)

**936.** Este **sistema mejora** el comportamiento del vehículo **ante situaciones** de resbalamiento, por diferentes causas, de las ruedas motrices, mediante la intervención automática y regulada de los frenos de las ruedas motrices o del motor.

**Su misión es regular el resbalamiento de las ruedas motrices, impidiendo que éstas se embalen en la fase de arranque, en las curvas, en condiciones desfavorables del pavimento, etc.,** mejorando la tracción y el guiado lateral de las ruedas.

Utiliza elementos comunes para la captación de r.p.m. en las ruedas, el control electrónico y la modulación de presiones en los frenos motrices, y se complementa con un indicador en el tablero de mandos. Este sistema compara las velocidades de las ruedas. Si una rueda motriz tiende a embalsarse (aumento de resbalamiento) da las órdenes oportunas para su frenado, permitiendo el aumento de tracción en la otra rueda de mayor adherencia.

**937.** Si todas las ruedas del eje motriz tienden a embalsarse, reduce automáticamente la potencia del motor con independencia de la posición del acelerador, por lo cual las ruedas podrán seguir transmitiendo las fuerzas al pavimento.

La regulación del motor, también puede ser adicional al freno motriz e incluso única, cuando las diferencias de resbalamiento entre una rueda motriz y otra no motriz alcancen determinados valores.

El **calculador del ABS maneja** asimismo el **ASR** y sus componentes.

**Complementario del ABS**, el sistema **ASR** permite, al **arrancar y acelerar, adaptar** de la mejor manera la **adherencia** de las **ruedas motrices** del vehículo a la calzada. De esta forma se **mejoran el poder de propulsión y el desplazamiento lateral**.

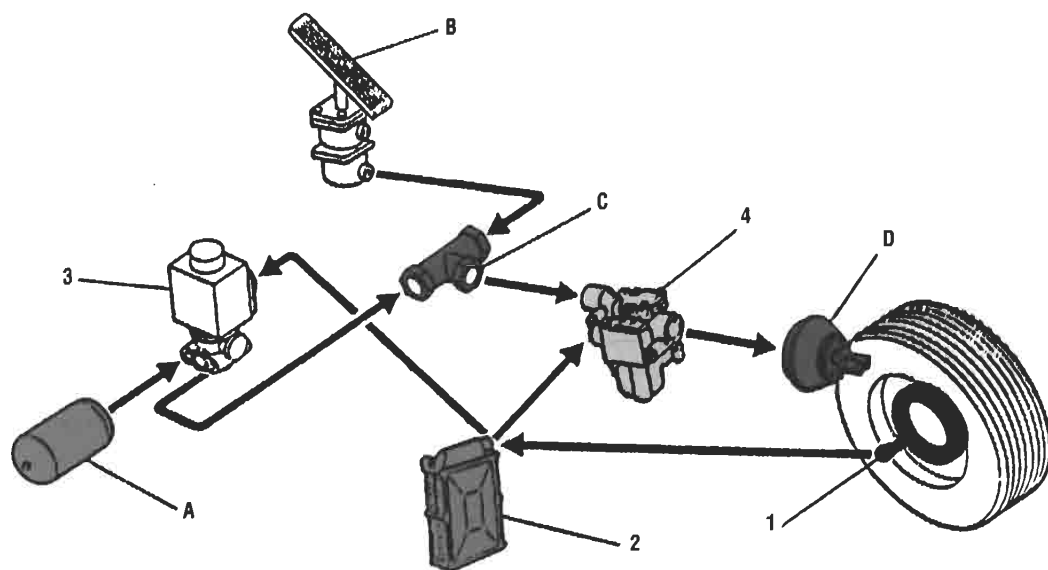
## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

**938.** El **conjunto corona** dentada/captador (**1**) montado en cada uno de los **bujes** de **ruedas motrices** informa al **calculador** (**2**) sobre la **velocidad** de las ruedas.

El **calculador** compara las **velocidades y las aceleraciones** de cada una de las **ruedas motrices** respecto a las de las **ruedas delanteras**, y por consiguiente a la diagonal en cuestión. Si se **excede cierto umbral de deslizamiento** (diferencia entre las velocidades traseras/delanteras), el sistema **ASR entra en funciones y controla las aceleraciones y deceleraciones** de las **ruedas motrices**, para mantenerlas dentro de una gama de deslizamiento óptimo. Según **patinen una o las dos ruedas motrices**, el **ASR** tiene **dos maneras de actuación: regulando el frenado o controlando el régimen del motor**.

El sistema **ASR** permite las **arrancadas** del vehículo en **terrenos** donde **patinan una o las dos ruedas** (hace el efecto de bloqueo de diferencial) **y también** actúan cuando en una **curva** existen **desplazamientos laterales de las ruedas**.

**El ASR no se puede montar solo, es un complemento del ABS.**



Antipatinaje de ruedas ASR

**A.-** Calderín de alimentación del **ASR**. **B.-** Válvula de pedal de freno. **C.-** Válvula de parada. **D.-** Cilindro de freno. **3.-** Electroválvula del **ASR**. **4.-** Electroválvula de **ABS**.

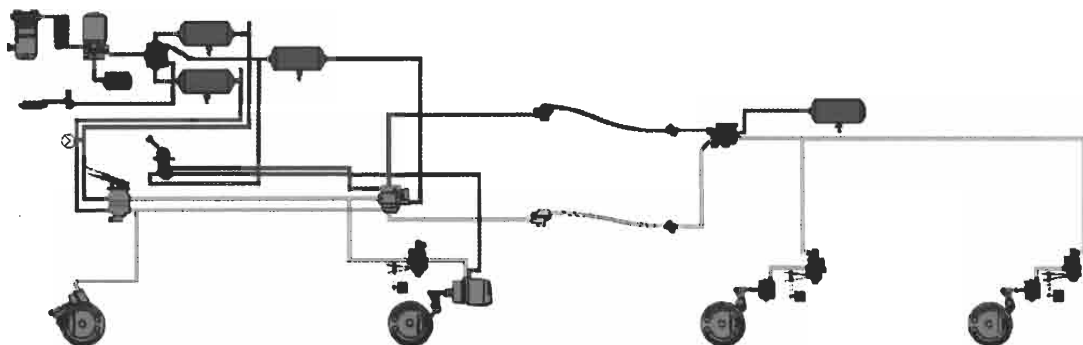
## FRENOS DE ESTACIONAMIENTO (VEHICULOS PESADOS)

### APLICACION EN LOS VEHICULOS PESADOS Y SEMIRREMOLQUE

**939.** Al actuar sobre la válvula manual de freno se produce en ésta la **descarga de aire de los acumuladores** de fuerza elástica y de la **tubería de frenado de estacionamiento** de la válvula de mando del remolque. Así pueden actuar las fuerzas mecánicas de los resortes **sobre los frenos traseros del vehículo.**

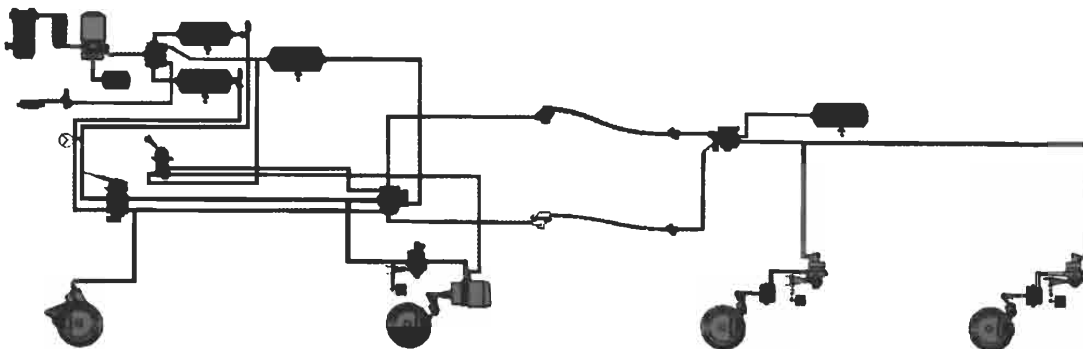
Al mismo tiempo la válvula de mando del remolque conmuta y deja entrar aire a presión en la tubería de mando de la válvula de freno del remolque.

El proceso de frenado del remolque se activa de igual forma que en caso de frenado de servicio.



Instalación con frenado de estacionamiento

**940.** Una vez suelta la válvula manual de freno se vuelve a llevar aire a los acumuladores y a la tubería de frenado de estacionamiento de la válvula de mando del remolque, **soltándose los frenos traseros del vehículo tractor y los del remolque** al comprimirse los resortes en los acumuladores y al descargarse el aire de la manguera y de los cilindros en las válvulas de mando y de freno del remolque.



Instalación con soltado de freno de estacionamiento

# TEMA XIV

## RUEDAS Y NEUMÁTICOS

### INTRODUCCION

**941.** 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.

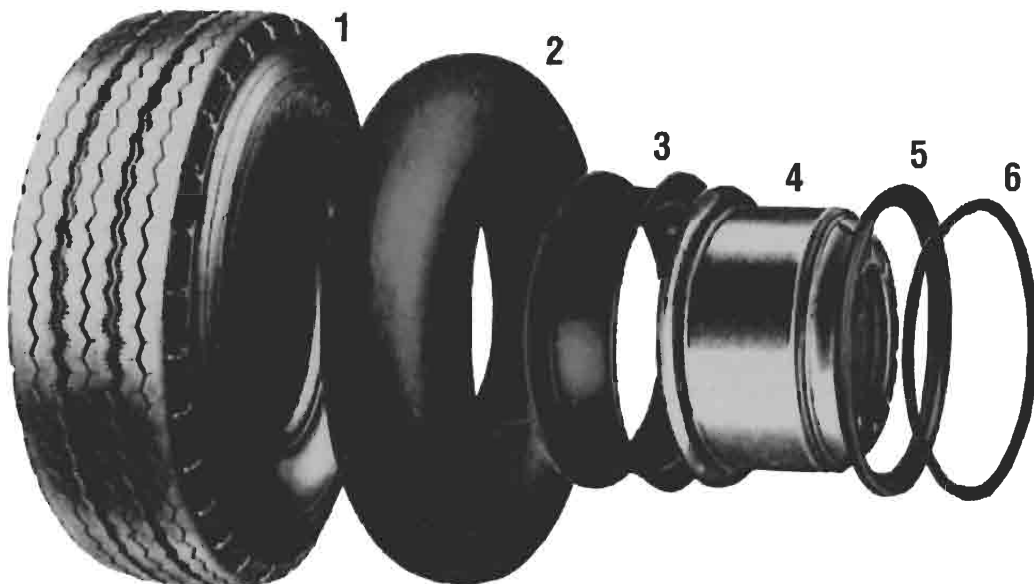
**942.** Han de cumplir una serie de funciones como:

- **Sostener el peso del vehículo** facilitando su movimiento con el mismo esfuerzo.
- **Convertir el movimiento de giro en movimiento de avance**, gracias a su resistencia al deslizamiento sobre el terreno.
- **Ofrecer una fuerte resistencia al deslizamiento** sobre el suelo en momentos de frenado.
- **Dirigir el automóvil** para lograr los giros.
- **Absorber o amortiguar los choques o golpes** debidos a pequeñas irregularidades del terreno (hasta un 10%).
- **Liberar al ambiente el calor producido por los frenos** y el trabajo del neumático.
- **Presentar cierta resistencia al desgaste** y ser de alto grado de seguridad.
- **Han de ser ligeras y fáciles** de montar y desmontar.

### ELEMENTOS DE LA RUEDA

**943.** La rueda está formada por dos elementos:

- **Parte metálica.**
- **Neumático.**



Elementos de un neumático clásico:

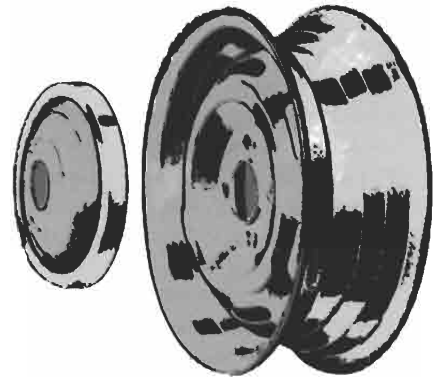
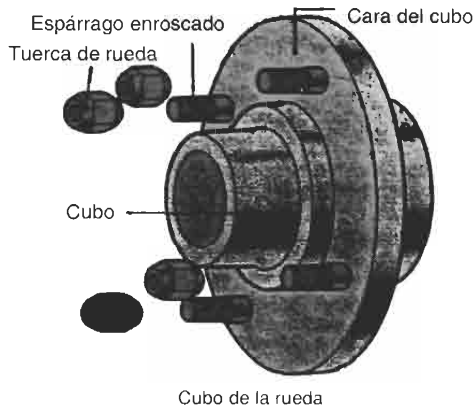
1 Cubierta. 2 Cámara. 3 Protector. 4 Rueda. 5 Pestaña. 6 Aro de cierre.

## PARTE METALICA DE LA RUEDA

**944.** La **parte metálica** de la rueda está formada por tres elementos unidos entre sí, llamados:

- **CUBO:** A él **se fija** directamente **la rueda** por medio de tornillos que permiten un correcto centrado de la rueda. No pertenece específicamente a la rueda pero es el elemento imprescindible para su montaje. Su parte interior se llama **buje**.
- **DISCO:** Es un elemento con forma anular que sirve como **unión** entre la llanta y el cubo.
- **LLANTA:** Es la **parte** sobre la que se **ajusta el neumático**.

Al conjunto disco-llanta se le conoce como llanta.



Conjunto disco-llanta

## TIPOS DE RUEDAS METALICAS

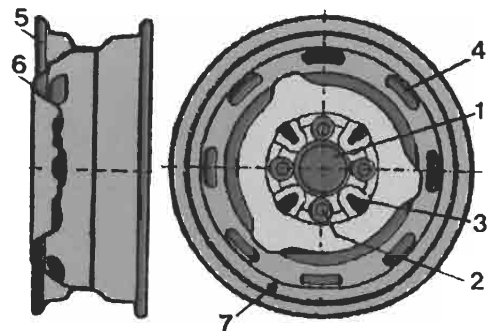
**945.** El elemento metálico de la rueda está formado por un disco o centro de la rueda y una llanta. Las ruedas pueden ir montadas:

- **SIMPLES** (una rueda montada en cada extremo del eje de giro)
- **GEMELAS** (dos ruedas montadas sobre cada extremo del eje de giro).

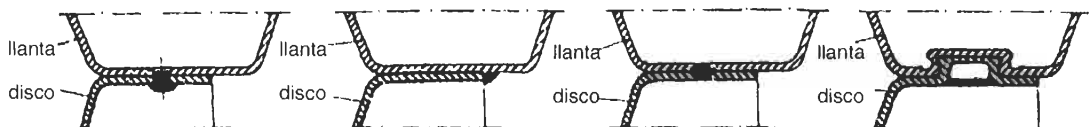
**946.** Según la forma de unión entre el **cubo** y la **llanta**, se distinguen los siguientes tipos de rueda:

- **Disco de acero templado:** Está formado por la **unión permanente entre disco y llanta**, ambos fabricados de acero laminado o estampado. Son las más utilizadas para turismos. El **disco** lleva una serie de **taladros** destinados a su **montaje**.

Además en la **periferia** presenta unos **orificios** destinados a la **refrigeración** de los elementos frenantes del sistema de frenado (ventilación).



Rueda de disco de acero estampado  
**1** Agujero de amarre. **2** Orificios de fijación. **3** Taladros de centrado. **4** Orificios de ventilación. **5** Llanta. **6** Disco. **7** Orificio para válvula de inflado.

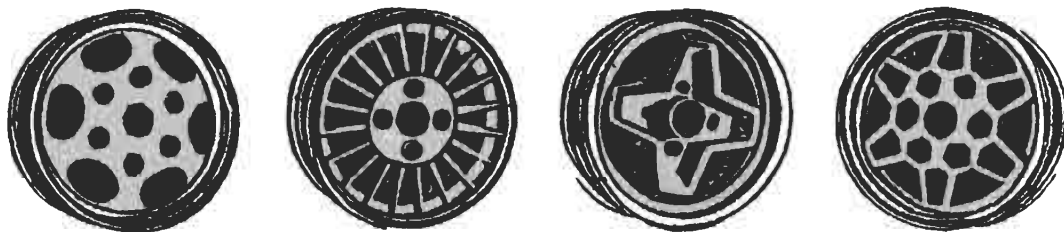


Formas de unión entre disco y llanta

**947. - De aleación ligera:** Formadas de una sola pieza, están fabricadas de aluminio y magnesio.

La ventaja sobre las de acero es que, por su menor peso, permiten mayores espesores, aumentando la rigidez y consiguiendo un mejor reparto de tensiones, así como mayores aceleraciones por su escasa inercia. La refrigeración de los elementos frenantes y de los neumáticos es muy buena.

El inconveniente es que no pueden tener exposiciones prolongadas en ambientes salinos ya que se corroen. Son muy propensas a la corrosión electrolítica, que aparece al entrar en contacto la humedad del aire con la aleación ligera. Su precio también es sensiblemente superior a las de acero estampado.

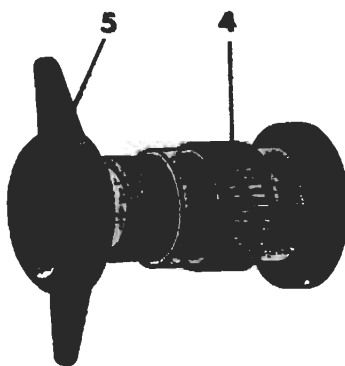


Ruedas de aleación ligera

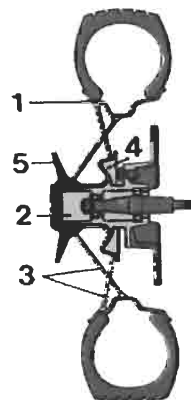
**948. - De radios:** Poco utilizadas por su elevado precio, están formadas por radios de alambre de acero. No consiguen una perfecta estanqueidad impidiendo utilizar neumáticos sin cámara (tubeless). Son ruedas muy ligeras y de gran resistencia mecánica.



Conjunto



Rueda de radios  
Eje



Conjunto de sección

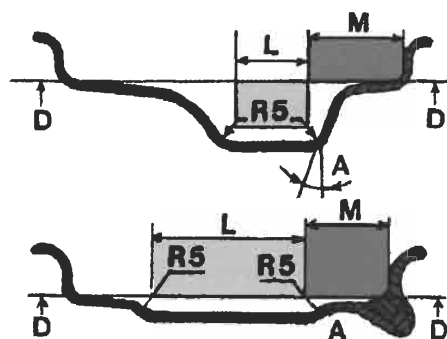
1 Llanta. 2 Manguito central. 3 Radios. 4 Manguito estriado. 5 Tuerca central.

**949.** Existen diferentes tipos de rueda según su montaje, tales como ruedas de llanta desmontable, rueda reversible, de ancho de vía regulable, etc.

## LLANTAS

**950.** Existen **diferentes cotas** de perfil de una llanta, siendo la **más característica el ancho de llanta** (expresa el ancho máximo del neumático que se puede montar), así como diferentes anchuras de la garganta o de la base y su radio de fondo.

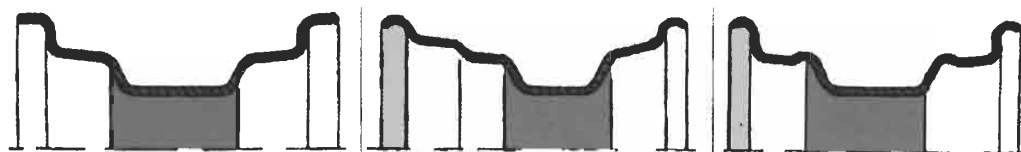
**Otra cota importante es el diámetro de la llanta** que se mide entre asientos de talón.



Cotas de la llanta

**L** Anchura de la garganta o de la base. **M** Posición de la garganta o de la base. **R5** Radio de fondo de la garganta o de la base. **A** Angulo de la garganta o de la base. **D** Diámetro de la llanta especificada.

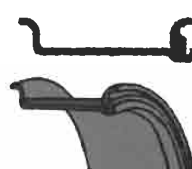
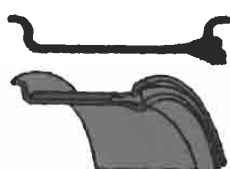
Existen diferentes tipos de llantas como los siguientes:



Simétrica

Llantas de una sola pieza de base honda  
Asimétrica

Simétrica con resalte



Llantas desmontables

**951.** Además de estos tipos, existen unas llantas de seguridad que impiden que el neumático pueda salirse de la llanta en caso de pinchazo o reventón, asegurando la estabilidad del vehículo.

## NEUMATICOS

**952.** El **elemento elástico exterior montado sobre la llanta y una cámara rellena de aire comprimido** son el conjunto que forma el neumático. Está en contacto directo con el terreno y soporta el peso del vehículo.

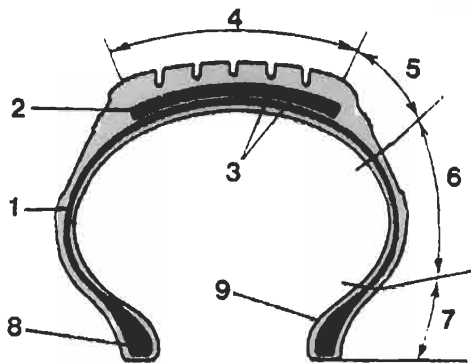
**También actúa como amortiguador**, absorbiendo, en parte, las irregularidades del terreno.

Otra de sus funciones es la de **agarrarse al pavimento** para producir buena tracción o propulsión permitiendo al vehículo acelerar, frenar y tomar las curvas sin patinar o derrapar.

## ESTRUCTURA DE LAS CUBIERTAS

**953.** El neumático está **formado** por los **siguientes elementos**:

- **CARCASA:** Parte estructural flexible y resistente del neumático que **aguanta los esfuerzos** (peso y presión de inflado). Está formada por capas superpuestas de tejidos con cuerdas engomadas y cruzadas entre sí para dar resistencia al conjunto.



Partes de una cubierta

1 Carcasa. 2 Bandas o capas. 3 Cinturón. 4 Banda de rodadura. 5 Hombros. 6 Flancos. 7 Talones. 8 Anillos de acero. 9 Capa de caucho duro.

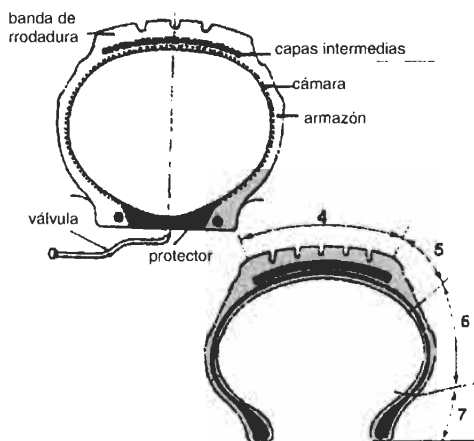
- **CINTURON:** Montado entre la banda de rodadura y la carcasa, es el **encargado de que el neumático no se deforme** por su zona de rodadura en exceso.
- **BANDA DE RODADURA:** Es la **zona de contacto entre el suelo y el vehículo y la de mayor desgaste del neumático**. Está formada por una gruesa capa de goma en la que se practican una serie de canales y ranuras **transversales y circunferenciales** que permiten tanto el agarre del vehículo como la **evacuación de agua** por los **laterales y hacia atrás**, respectivamente. El **desgaste** será **mayor** en las **ruedas motrices**. (Véase art. 973).

Cuando el **dibujo** de la banda de rodadura de las cubiertas **no** puede **desalojar** la totalidad del **agua** sobre la que ruedan (lluvia intensa) se produce el **fenómeno** conocido como **"aquaplaning"** o **"hidroplaning"** (el neumático no se apoya sobre el pavimento sino sobre la capa de agua, circunstancia muy peligrosa contrarrestandose disminuyendo la velocidad)

## PARTES DEL NEUMATICO (CUBIERTA)

**954.** Las partes que constituyen el neumático son:

- **CIMA:** Es la **zona** correspondiente a la **banda de rodadura**. Su función es la de agarre al pavimento.
- **HOMBROS:** Son los **extremos laterales** (parte externa) de la banda de rodadura. En ellos se genera la **mayor temperatura** del neumático.
- **FLANCOS:** Son los **costados laterales** del neumático. Son los que están sometidos a constantes esfuerzos (flexión y carga) y se deforman debido a las irregularidades del terreno. **Su misión es proteger a la carcasa de los golpes laterales.**
- **TALONES:** Son la zona de unión de la cubierta a la llanta. En ellos se alojan los aros que aseguran la fijación a la llanta. Es un componente delicadísimo, teniendo menor flexibilidad que el resto de la cubierta.



Forma de una cubierta

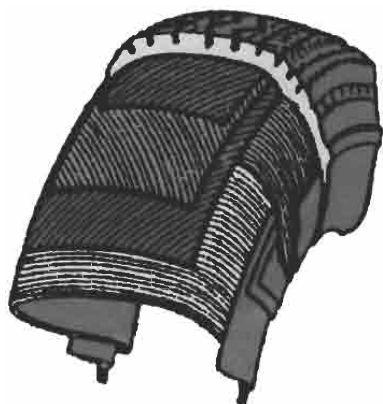
4 Cima 5 Hombros 6 Flancos. 7 Talones.



## CLASES DE NEUMATICOS

### NEUMATICOS RADIALES

**955. Son los más utilizados** en la actualidad. Su carcasa está formada por varias capas de cuerdas flexibles o cables que van dispuestos en forma radial de un talón a otro, es decir, son perpendiculares. Entre la carcasa y la banda de rodadura se disponen varias capas de tejido formando el cinturón, de parecida anchura que la banda de rodadura, que **presenta una gran flexibilidad en el sentido radial y una gran rigidez en los sentidos lateral y longitudinal.**



Cubierta radial

**956. Las cubiertas radiales** presentan las siguientes **ventajas:**

- **Reducción considerable del desgaste** (mayor duración).
- **Mejor estabilidad** al aumentar la adherencia.
- **Menor calentamiento** y por tanto mayor rendimiento.
- **Mejora de la elasticidad** y del confort debido a su gran flexibilidad vertical.
- **Mayor resistencia a la deriva.**
- **Mayor economía** de carburante.

**957. Sin embargo** presentan, respecto a los diagonales, los siguientes **inconvenientes:**

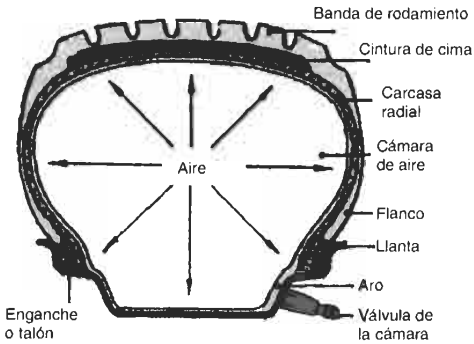
- **Menor resistencia:** en los flancos, a los roces, impactos o golpes. No recomendables para uso urbano y de fuera de carretera.
- **Mayor dureza en los virajes** debido a su rigidez radial.
- **En situaciones límites de adherencia no es posible corregir la dirección debido a su resistencia a la deriva** (desplazamiento lateral).

## TIPOS DE NEUMATICOS

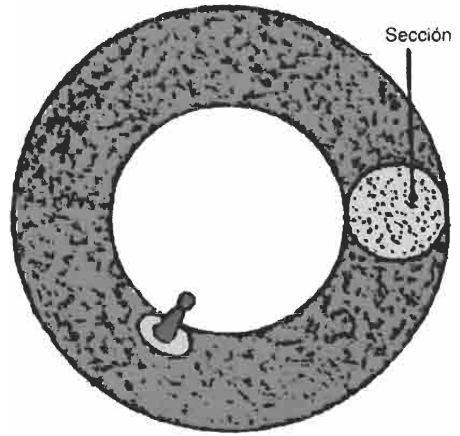
**958.** Según la disposición que exista entre llanta y cubierta para formar la cámara que recibe el aire, hay **diferentes tipos de neumáticos**, como son:

### NEUMATICO CON CAMARA

**959.** 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. Esta cámara es un anillo tubular de goma elástica a base de caucho butilo y de una válvula para introducir el aire en la misma. **Esta llanta no admite neumáticos sin cámara.**



Neumático con cámara



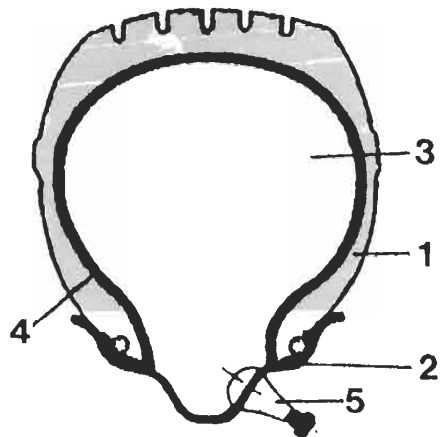
Cámara

### NEUMATICO SIN CAMARA (TUBELESS)

**960.** En este tipo de neumáticos **es la cubierta la que hace el cierre estanco para alojar el aire a presión** en su interior. Para ello lleva una capa de goma (forro de caucho butilo) muy impermeable al aire. Se monta sobre una llanta especial con una **válvula** apropiada dispuesta sobre un taladro practicado en la **llanta**.

**961.** Este neumático presenta las siguientes **ventajas**:

- **Peso reducido** del conjunto.
- **Simplificación del montaje.**
- **No hay riesgo de pellizcar la cámara** en el montaje (no la tiene).
- **Disminución del riesgo de reventón.**
- **En caso de pinchazo, el desinflado es muy lento.**
- **No se forman bolsas de aire** entre cámara y cubierta.
- **No hay oxidación** interior de la llanta.
- **El talón es más grueso y resistente para conseguir mayor estanqueidad.**



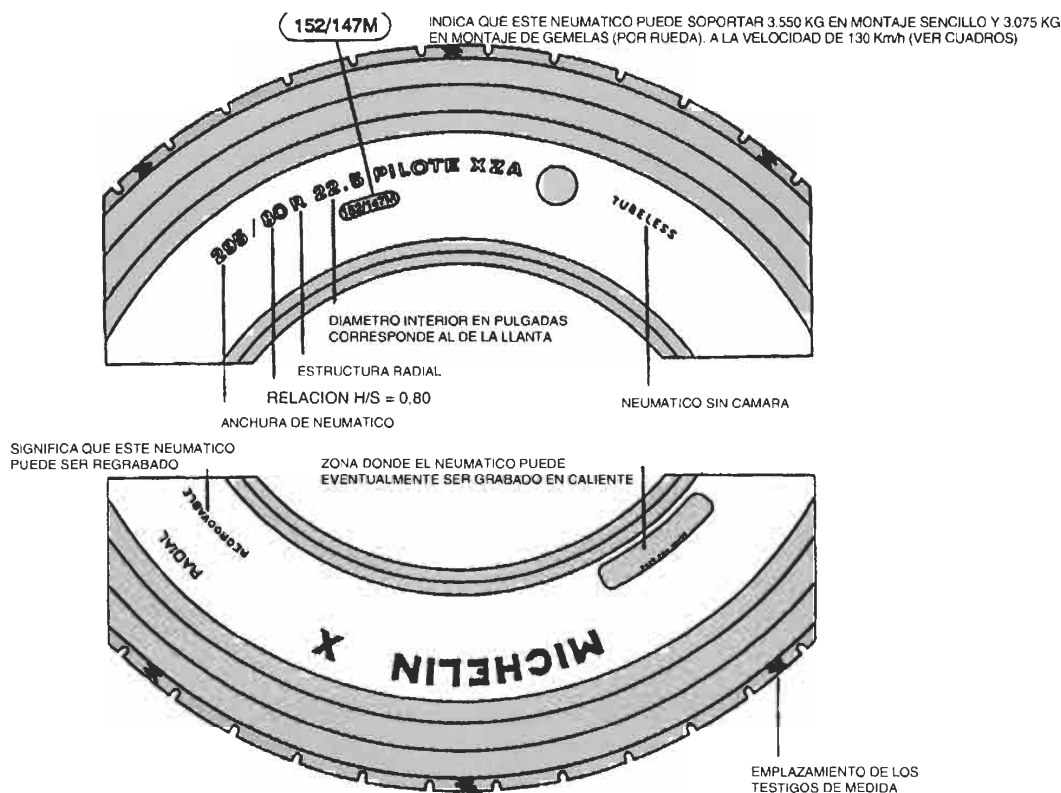
Neumático sin cámara  
1 Cubierta. 2 Llanta. 3 Interior. 4 Forro. 5 Válvula.

**962.** Su mayor inconveniente es el **problema de la estanqueidad**, ya que cualquier deformación de la llanta impide un compartimiento llanta-cubierta estanco por lo que hay que tener cuidado con las piedras, baches y bordillos.

**Es conveniente comprobar a menudo la presión de inflado.**

## NOMENCLATURA DE LOS NEUMATICOS

**963.** Todos los neumáticos deben estar homologados y llevar impresas en sus flancos una serie de características, como las que seguidamente se especifican:



### 964. Ejemplo de lectura

Una rueda con **295/80 R 22.5 - 152/147 M** tendría:

- **295 mm.** Ancho nominal del neumático.
- **80%.** Serie: relación altura/ancho del neumático (la altura del flanco es el 80% del ancho).
- **R.** Neumático radial (estructura del neumático). (Cuando es diagonal no figura signo).
- **22.5** Diámetro interior de la llanta en pulgadas.
- **152/147.** Índice de capacidad de carga. Existe una tabla de relación de índices (montaje sencillo o con gemelas) con sus equivalentes capacidades de carga. En este caso sería una carga de **3550 kg.** eje sencillo y **3.075** con gemelas (por cada rueda). (En las gemelas siempre será inferior).
- **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 (**S**) sería de **180 km/h.** (véase tabla).

Existen otras referencias, como utilización en nieve (M,S ó MS). fecha de fabricación (085 = semana 8 año 1995).

**Neumáticos sin cámara** (tubeless) (si lleva cámara no figura referencia). Fecha de fabricación. Indicadores de desgaste, etc.

# INDICE DE CARGA

| 965. | Indice de carga | Carga por neumático (Kg.) | Indice de carga | Carga por neumático (Kg.) | Indice de carga | Carga por neumático (Kg.) | Indice de carga | Carga por neumático (Kg.) | Indice de carga | Carga por neumático (Kg.) | Indice de carga | Carga por neumático (Kg.) |
|------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|
|      | 60              | 250                       | 90              | 600                       | 120             | 1.400                     | 150             | 3.350                     | 180             | 8.000                     | 210             | 19.000                    |
|      | 61              | 257                       | 91              | 615                       | 121             | 1.450                     | 151             | 3.450                     | 181             | 8.250                     | 211             | 19.500                    |
|      | 62              | 265                       | 92              | 630                       | 122             | 1.500                     | 152             | 3.550                     | 182             | 8.500                     | 212             | 20.000                    |
|      | 63              | 272                       | 93              | 650                       | 123             | 1.550                     | 153             | 3.650                     | 183             | 8.750                     | 213             | 20.600                    |
|      | 64              | 280                       | 94              | 670                       | 124             | 1.600                     | 154             | 3.750                     | 184             | 9.000                     | 214             | 21.200                    |
|      | 65              | 290                       | 95              | 690                       | 125             | 1.650                     | 155             | 3.875                     | 185             | 9.250                     | 215             | 21.800                    |
|      | 66              | 300                       | 96              | 710                       | 126             | 1.700                     | 156             | 4.000                     | 186             | 9.500                     | 216             | 22.400                    |
|      | 67              | 307                       | 97              | 730                       | 127             | 1.750                     | 157             | 4.125                     | 187             | 9.750                     | 217             | 23.000                    |
|      | 68              | 315                       | 98              | 750                       | 128             | 1.800                     | 158             | 4.250                     | 188             | 10.000                    | 218             | 23.600                    |
|      | 69              | 325                       | 99              | 775                       | 129             | 1.850                     | 159             | 4.375                     | 189             | 10.300                    | 219             | 24.300                    |
|      | 70              | 335                       | 100             | 800                       | 130             | 1.900                     | 160             | 4.500                     | 190             | 10.600                    | 220             | 25.000                    |
|      | 71              | 345                       | 101             | 825                       | 131             | 1.950                     | 161             | 4.625                     | 191             | 10.900                    | 221             | 25.750                    |
|      | 72              | 355                       | 102             | 850                       | 132             | 2.000                     | 162             | 4.750                     | 192             | 11.200                    | 222             | 26.500                    |
|      | 73              | 365                       | 103             | 875                       | 133             | 2.060                     | 163             | 4.875                     | 193             | 11.500                    | 223             | 27.250                    |
|      | 74              | 375                       | 104             | 900                       | 134             | 2.120                     | 164             | 5.000                     | 194             | 11.800                    | 224             | 28.000                    |
|      | 75              | 387                       | 105             | 925                       | 135             | 2.180                     | 165             | 5.150                     | 195             | 12.150                    | 225             | 29.000                    |
|      | 76              | 400                       | 106             | 950                       | 136             | 2.240                     | 166             | 5.300                     | 196             | 12.500                    | 226             | 30.000                    |
|      | 77              | 412                       | 107             | 975                       | 137             | 2.300                     | 167             | 5.450                     | 197             | 12.850                    | 227             | 30.750                    |
|      | 78              | 425                       | 108             | 1.000                     | 138             | 2.360                     | 168             | 5.600                     | 198             | 13.200                    | 228             | 31.500                    |
|      | 79              | 437                       | 109             | 1.030                     | 139             | 2.430                     | 169             | 5.800                     | 199             | 13.600                    | 229             | 32.500                    |
|      | 80              | 450                       | 110             | 1.060                     | 140             | 2.500                     | 170             | 6.000                     | 200             | 14.000                    | 230             | 33.500                    |
|      | 81              | 462                       | 111             | 1.090                     | 141             | 2.575                     | 171             | 6.150                     | 201             | 14.500                    | 231             | 34.500                    |
|      | 82              | 475                       | 112             | 1.120                     | 142             | 2.650                     | 172             | 6.300                     | 202             | 15.000                    | 232             | 35.500                    |
|      | 83              | 487                       | 113             | 1.150                     | 143             | 2.725                     | 173             | 6.500                     | 203             | 15.500                    | 233             | 36.500                    |
|      | 84              | 500                       | 114             | 1.180                     | 144             | 2.800                     | 174             | 6.700                     | 204             | 16.000                    | 234             | 37.500                    |
|      | 85              | 515                       | 115             | 1.215                     | 145             | 2.900                     | 175             | 6.900                     | 205             | 16.500                    | 235             | 38.750                    |
|      | 86              | 530                       | 116             | 1.250                     | 146             | 3.000                     | 176             | 7.100                     | 206             | 17.000                    | 236             | 40.000                    |
|      | 87              | 545                       | 117             | 1.285                     | 147             | 3.075                     | 177             | 7.300                     | 207             | 17.500                    | 237             | 41.250                    |
|      | 88              | 560                       | 118             | 1.320                     | 148             | 3.150                     | 178             | 7.500                     | 208             | 18.000                    | 238             | 42.500                    |
|      | 89              | 580                       | 119             | 1.360                     | 149             | 3.250                     | 179             | 7.750                     | 209             | 18.500                    | 239             | 43.750                    |

# CODIGO DE VELOCIDAD

| 966. | Indice de velocidad | F  | G  | J   | K   | L   | M   | N   | P   | Q   | R   | S   | T   | U   | H   | V        | Z   |
|------|---------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|-----|
|      | Velocidad km./h.    | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | + de 210 | 240 |

## MANTENIMIENTO Y CONSEJOS DE UTILIZACION DE LOS NEUMATICOS

**967.** Según sea el comportamiento del conductor podrá durar más o menos la vida del neumático.

El **mantenimiento** general puede ser:

### PRESION DE INFLADO

**968.** - Los neumáticos deben estar siempre inflados a la presión recomendada por el fabricante en función del peso que han de soportar, razón por la cual, la presión suele ser distinta en las ruedas delanteras que en las traseras. (véase art. 980)

- La presión de inflado debe comprobarse con frecuencia estando los neumáticos fríos (3 horas como mínimo después de inmovilizar el vehículo). Lo mismo que el inflado y desinflado.

- No quitar aire por el aumento de presión que sufre el neumático durante el rodaje, puesto que es normal y es una forma de autodefensa de la cubierta contra el calentamiento.

**969.** Cuando la presión es inferior a la normal:

- Los neumáticos se deforman y calientan excesivamente por soportar mayor frotación y, en consecuencia se desgastan más y más deprisa por los bordes, hombros o flancos, aumentando el peligro de reven-tón.

- El vehículo pierde estabilidad.

- Con el pavimento mojado disminuye la adherencia.

- Se incrementa el consumo de carburante.



**970.** Cuando la presión es superior a la normal:

- Disminuye la zona de contacto con el pavimento y en consecuencia la adherencia.

- Se desgastan más y más deprisa por el centro.

- La suspensión sufre más y las irregularidades del terreno hacen que se produzcan vibraciones en el vehículo.

Duración de la banda de rodadura en relación a la presión de inflado

**971.** Si peligroso es llevar una presión incorrecta en todas las ruedas más peligroso es aún llevar presiones descompensadas unas ruedas y otras.

### OTRAS RECOMENDACIONES

**972.** - Cambiar el neumático, por seguridad, cuando la profundidad del dibujo no sea la reglamentaria o tenga desperfectos.

- Evitar, en lo posible, la exposición de los neumáticos al sol.

- Evitar el contacto de los neumáticos con la gasolina y aceites y no pintarlos.

- Evitar los golpes contra los bordillos, piedras, baches, etc.

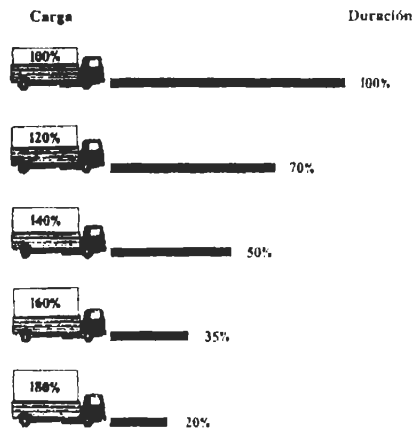
- Después de un choque con el neumático o un pinchazo, verificarlo en un taller especializado.

- Retirar, siempre que se pueda, las piedras incrustadas en la banda de rodadura.

## DESGASTE

**973.** El desgaste prematuro de los neumáticos puede ser debido: (véase arts. 810 y 822)

- **A la velocidad:** A mayor velocidad mayor desgaste.
- **A los frenos:** Los frenazos bruscos producen desgastes anormales en las cubiertas.
- **Presión de inflado:** Una presión defectuosa es motivo de un desgaste prematuro.
- **Clima:** Los neumáticos se desgastan más en verano que en invierno. El calor es perjudicial.
- **Equilibrado y paralelo:** Una regulación correcta de la geometría del eje delantero y del paralelismo del vehículo, evita desgastes anormales en las cubiertas. (Véase art. 824).
- **La carga:** No sobrecargar el vehículo y repartir la carga adecuadamente, de lo contrario, la vida de los neumáticos se reducirá considerablemente. El **desgaste es mayor** en las **ruedas motrices**.



Duración de la banda de rodadura al variar la carga

Más presión de la normal.  
Rodar con exceso de presión.



Rueda demasiado baja. Rodar bajo de presión.



Amortiguadores defectuosos



Dirección defectuosa. Necesita ser revisado el paralelo



Bloqueo por frenazo a alta velocidad



Diferentes causas de desgaste anormal de las cubiertas

## DIBUJO DE LOS NEUMÁTICOS

**974.** Los neumáticos comprendidos en las **categorías siguientes** deben presentar, durante toda su utilización, una **profundidad en las ranuras principales** de la banda de rodadura de, **al menos 1,6 mm**.

Las **categorías** que se ven afectadas por esta normativa son:

- **M1:** Vehículos destinados al **transporte de personas** que tengan además del asiento del conductor, **ocho plazas** sentadas, como máximo.
- **N1:** Vehículos destinados al **transporte de mercancías** con una masa máxima autorizada **no superior a 3.500 kg**.
- **01:** Remolques cuya masa máxima autorizada **no exceda de 750 kg**.
- **02:** Remolques con una masa máxima autorizada **superior a 750 kg**, pero **que no exceda de 3.500 kg**.

Deberá entenderse por ranuras principales las ranuras anchas situadas en la zona central de la banda de rodadura que cubre las **tres cuartas partes** de la anchura de dicha banda.



Dibujo de las ranuras principales del neumático

## CAMBIOS DE MEDIDAS Y MEZCLAS DE NEUMATICOS

**975.** Una vez gastados o fuera de uso, los neumáticos deben ser sustituidos por otros.

**Deberán ser siempre de las medidas autorizadas o las equivalentes** aconsejadas por el fabricante del vehículo.

Deben utilizarse **neumáticos iguales en todas las ruedas**. Razones de seguridad aconsejan no mezclar neumáticos de distintos tipos, debiendo ser todos ellos, no sólo del mismo tipo, sino del mismo tamaño y dibujo.

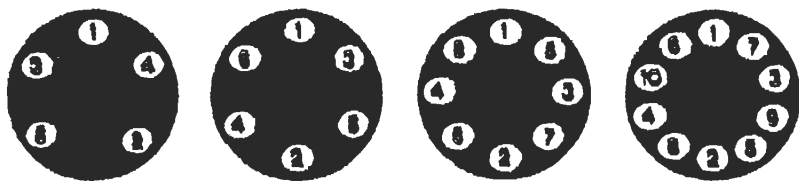
Si hubieran de usarse **mezclados, al menos** deben ser **iguales en cada eje**. En este caso, el conductor ha de tener en cuenta que el comportamiento del vehículo será distinto a como lo haría con las cuatro ruedas iguales. **En ningún caso** se deben mezclar neumáticos **diferentes en las ruedas de un mismo eje**. Los **neumáticos** en **mejores** condiciones deben ir colocados en las ruedas del **eje trasero**.

## CAMBIO DE RUEDA

**976.** Al cambiar una rueda hay que tener en cuenta lo siguiente:

- **Antes** de montar la rueda, **limpiar** cuidadosamente las llantas y los cubos de la rueda, especialmente las partes que estarán en contacto (grasa, tierra, lodo, rebabas metálicas, exceso de pintura, etc.).
- **Engrasar ligeramente los espárragos y tuercas** de rueda (con aceite de motor).
- **Apretar progresivamente las tuercas**, utilizando la herramienta entregada por el fabricante y en el orden establecido. Un apriete excesivo es perjudicial y puede producir un estiramiento en el espárrago de rueda. No utilizar tubos ni barras.
- **Después** del montaje, **verificar a los 20 ó 30 km.** de rodaje y con la misma herramienta el apriete las tuercas. **Volverlo** a realizar entre los **150 y 250 km.** si no, se corre el riesgo de aflojamiento de las tuercas.
- **Cuidar de que no se deterioren los pasos de rosca** de los espárragos de rueda.
- **Enroscar el tapón de la válvula de aire a mano.**
- **Asegurarse de que la rueda se encuentra en posición correcta**, en relación con los rebajes previstos en el tambor para permitir la salida de la válvula de aire.

RUEDAS



LLANTAS



## CADENAS

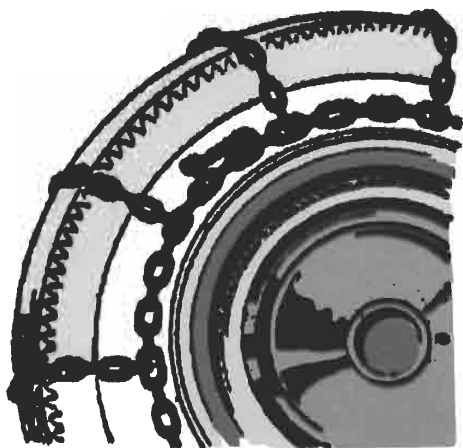
**977.** El **uso de cadenas** para reforzar el agarre al pavimento con nieve, hielo, fango, arena, etc., **debe limitarse a lo indispensable** y ser quitadas en cuanto no lo sean, por ser destructoras del pavimento y de las cubiertas.

**Deben ser del tamaño justo y adecuado**, con eslabones aplanados por una cara, que es la que debe ponerse en contacto con la cubierta.

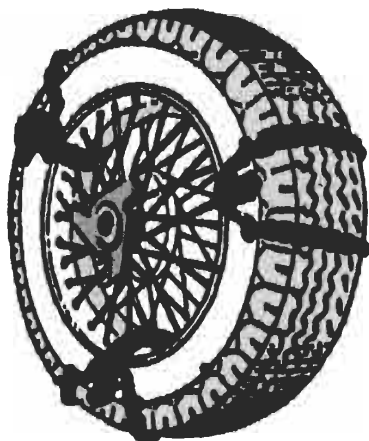
El ajuste será fuerte, pero no excesivo.

Las cadenas **pueden ser completas** rodeando la rueda, empleadas cuando ésta no deja pasar las correas (ruedas de disco), o bien colocando **varios elementos** cuando la rueda deja pasar las correas.

**El equipo de cadenas debe llevarse siempre en el vehículo y conviene que sea para las cuatro ruedas**, aunque **por lo menos será para dos** y, en tal caso, deberá colocarse en las **ruedas motrices**.



Cadena completa



Cadena de varios eslabones

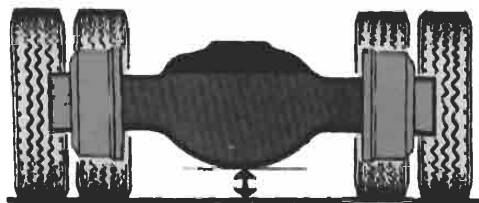
## TIPOS DE MONTAJE DE LAS RUEDAS

### SIMPLE

**978.** Es el tipo de montaje que lleva el **eje delantero** de un camión.

### GEMELAS

**979.** Es el montaje que normalmente lleva el **eje trasero** de un camión y su objeto es soportar aproximadamente el doble de carga que el eje delantero.



Montaje gemela eje trasero

### CONTACTO DE GEMELAS

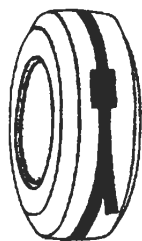
**980.** Los neumáticos emparejados **deben ser de la misma dimensión e inflados a la misma presión** y a ser posible de la misma marca, tipo y tener el mismo grado de desgaste.

Antes de proceder a un emparejamiento, los neumáticos deben ser cuidadosamente controlados y verificados.



**981.** Para medir los diámetros de las ruedas gemelas se emplea una cinta con la que se mide la circunferencia de las mismas. También se emplea el pie de corredera, una escuadra o una barra de verificación. La forma más fácil y fiable es utilizar la cinta métrica.

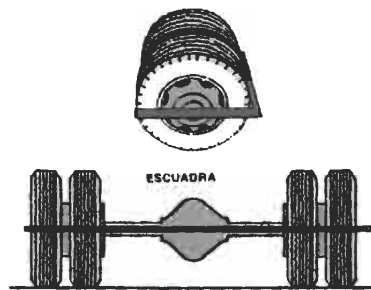
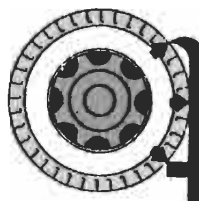
La tolerancia máxima de emparejamiento en los ejes motrices es de **0,5%** de diferencia entre diámetros de ruedas.



CINTA



PIE DE CORREDERA



BARRA DE VERIFICACION

Verificaciones del montaje de ruedas gemelas

**982.** La rueda de mayor diámetro debe colocarse siempre en el exterior del emparejamiento.

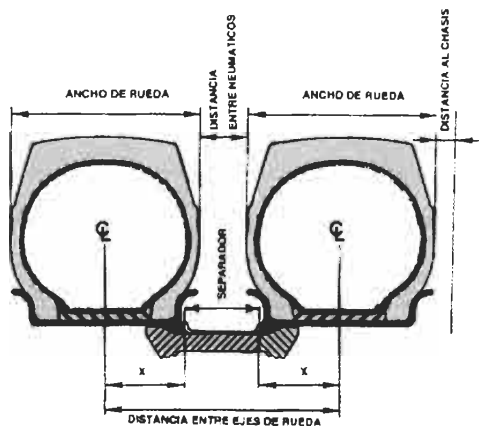
La diferencia entre ejes de las ruedas gemelas es igual a la suma de la **cola (X)** de las llantas aumentada en la anchura del separador.

Una **distancia insuficiente supone peligro de frotamiento** entre neumáticos y **puede producirse** por el empleo de **neumáticos o llantas sobredimensionados**, o también por utilizar **separadores no adaptados** al tipo de llantas.

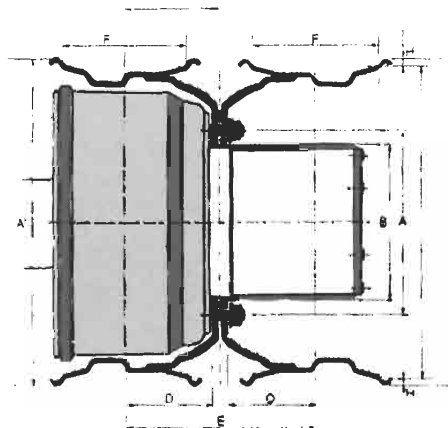
**983.** También **puede ocurrir** que la **distancia entre ejes** de neumático esté **afectada por una sobrecarga importante o por un bajo inflado**. Una distancia entre ejes de neumáticos insuficiente no sólo crea frotamiento entre neumáticos, sino también una mala dispersión del calor y una degradación acelerada del neumático.

Conviene vigilar periódicamente que la **presión de inflado** de las gemelas **sea la misma**.

**Actualmente**, las **ruedas gemelas** son del **mismo diámetro** y llevan la **misma presión de inflado** debido a que el bombeo de las carreteras es insignificante.



Distancia entre ejes de ruedas gemelas

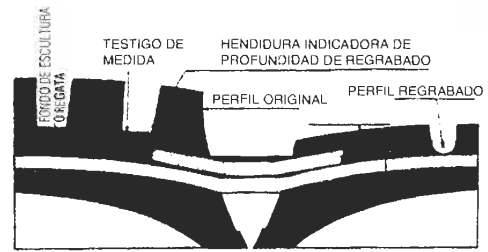


En los montajes actuales de gemelas con llanta de disco no se utilizan separadores

## REGRABADO DE LOS NEUMATICOS

**984.** Consiste en regrabar el neumático cuando el original casi se ha perdido. Esta operación se debe realizar en aquellas cubiertas para las que el fabricante ha previsto el regrabado y llevan grabadas la palabra **"regrovable"**.

El proceso de regrabado se realiza por especialistas.



(1) SE HACE EN EL PUNTO MAS DESGASTADO DEL NEUMATICO Y SEGUN LAS TABLAS DE CADA FABRICANTE NOS DA LA PROFUNDIDAD DE REGRABADO

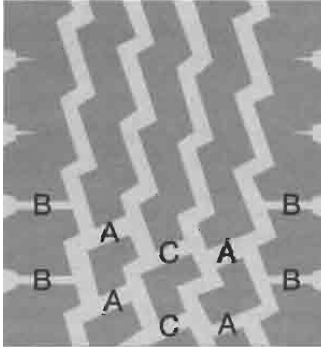
Regrabado

**985.** Para reproducir el dibujo de una cubierta, se recomienda no esperar al desgaste total de la misma. Esta operación, de muy bajo coste, puede aumentar el rendimiento kilométrico del orden del **30%**, aportando además adherencia y seguridad.

## ANCORIZADO

**986.** Esta operación consiste en practicar unos **cortes transversales** suplementarios en la banda de rodadura, modificando el dibujo original (se utilizan los mismos aparatos que para el regrabado).

De esta forma la banda de rodadura adquiere mayor capacidad de tracción y resulta más adecuada para usos invernales.



La misma cubierta, antes (arriba) y después (abajo) del anclaje (regatas A, B y C).

Ancorizado

## RECAUCHUTADO

**987.** Es el proceso que debe hacer un taller especializado, consistente en la **aplicación de otra banda de rodadura** de material nuevo sobre la carcasa o armazón viejo, y su adhesión a través de un proceso térmico (vulcanizado).

Sólo pueden ser recauchutadas aquellas carcasas que están en buen estado y no siempre es recomendable por el peligro de que la nueva banda de rodadura se despegue de la carcasa.

Los neumáticos recauchutados pueden permitir un posterior regrabado.

## DIAGNOSIS DE LOS DESGASTES Y DETERIORES EN LOS NEUMATICOS

| 988. | DEFECTO  | CAUSA   | CONSEJOS  |
|------|--|---|---|
|      | <b>Desgaste en hombros. "En cono".</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflado insuficiente.</li> <li>• Exceso de carga</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar presión.</li> <li>• Verificar carga.</li> </ul>  |
|      | <b>Desgaste en el centro. "En hondo".</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exceso de inflado.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar presión.</li> </ul>  |
|      | <b>Rebabas en los lados de las aristas de la estructura.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de paralelismo entre ruedas o entre ejes.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el paralelismo.</li> </ul>   |
|      | <b>Desgaste localizado.</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto duro de freno. Bloqueo por frenado excesivo.</li> <li>• Avería en el sistema de frenado.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar y reparar el sistema de frenado. Evitar el bloqueo de los neumáticos.</li> </ul>                 |
|      | <b>Desgaste en facetas o en olas.</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desreglaje u holguras de órganos de suspensión o dirección.</li> <li>• Montajes incorrectos.</li> <li>• Desequilibrios en los conjuntos rodantes.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar sistemas de dirección, suspensión y frenos.</li> <li>• Verificar montaje y equilibrado.</li> </ul> |

| 989. DEFECTO   | CAUSA   | CONSEJOS  |
|--|---|---|
| <b>Cortes múltiples</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rodaje en suelos pedregosos, malas carreteras, etc.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptar presión a condiciones de rodaje, evitando el sobreinflado. Montar cubiertas adecuadas.</li> </ul>  |
| <b>Desgaste más rápido de un neumático gemelado.</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Diferencia de desarrollos, de presión o de cargas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>El gemelado se debe realizar con cubiertas de la misma marca, dimensión, tipo y grado de desgaste y misma presión de inflado.</li> </ul>                       |
| <b>Separación de la goma.</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rodaje a presión insuficiente o con sobrecarga.</li> <li>Neumático mal refrigerado o deficiencia de presiones muy elevada entre neumáticos gemelos. Cubierta no adaptada a condiciones de rodaje.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar presión adaptándola a la velocidad y carga. Cuidar presión de neumáticos gemelados. Utilizar la dimensión y el tipo de cubierta adecuada.</li> </ul> |
| <b>Flancos deteriorados en neumáticos gemelos.</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Piedra u objetos alojados entre ambos.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Montar barra quitadora si el material lo permite. Ver posibilidad de un equipo sencillo.</li> </ul>  |
| <b>Desgaste circular de los flancos en gemelados.</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Distancia entre gemelos insuficiente por bajo inflado, sobrecarga o equipo incorrecto.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar inflado y carga. Puede haber incluso rotura por fatiga al no flexionar libremente los flancos.</li> </ul>  |
| <b>Rotura de la carcasa en flanco.</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rodaje sin aire o a baja presión.</li> <li>Sobrecarga, pliegue provocado por una flexión exagerada del flanco.</li> <li>Agua aprisionada entre cubierta y cámara.</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuidar el almacenamiento (agua).</li> <li>Vigilar presión de inflado y carga.</li> <li>Hacer montaje y gemelado correctos.</li> </ul>                          |
| <b>Roces y desgaste circular.</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frotamientos contra aceras y bordillos.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar roces.</li> <li>Dar la vuelta a la cubierta sobre la propia llanta antes de que aparezcan cortes.</li> </ul>  |
| <b>Marcas en flancos</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización prolongada de cadenas para nieve.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar cubiertas especiales para invierno.</li> </ul>  |
| <b>Cámara deteriorada por el talón de la cubierta.</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Montaje sin protector en llanta plana.</li> <li>Punta de goma del talón deteriorada.</li> <li>Cubierta mal centrada.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Respetar las normas de montaje e inflado.</li> </ul>   |
| <b>Cámara deteriorada por roces en el interior de la cubierta.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>El aire que queda entre la cubierta y cámara desplaza a ésta provocando fricción.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Durante el inflado empujar la válvula hacia el interior e inflar lentamente.</li> </ul>  |
| <b>Deterioro de la válvula.</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>La válvula se puede llegar a arrancar por mal montaje o por rodaje sin aire.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vigilar la colocación de la válvula durante el montaje y atender la presión de inflado.</li> </ul>   |
| <b>Desgaste lateral de los neumáticos delanteros.</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Caída excesiva: negativa o positiva.</li> <li>Defecto en convergencia o divergencia.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar ángulo de las ruedas.</li> </ul>   |

# **EXPRESIONES Y SIGNIFICADOS**

## EXPRESIONES Y SIGNIFICADO

### A

- Acelerador:** Mecanismo del automóvil, que regula la entrada en el motor de la mezcla carburada para hacer variar su velocidad.
- Acido sulfúrico:** Acido empleado en la mezcla de la batería (ácido sulfúrico y agua, mezcla llamada electrolito. Es corrosivo).
- Aditivos:** Aceites especiales, que se añaden al aceite motor, con el fin de mejorar sus propiedades.
- Admisión:** Primer tiempo de un motor de cuatro tiempos.
- Aislante:** Impedir que un cuerpo adquiera electricidad rodeándolo de sustancias malas conductoras, o aislantes.
- Alternador:** Generador de corriente eléctrica alterna para la batería.
- Amortiguadores:** Dispositivo que amortigua o limita la amplitud y las oscilaciones de las ballestas.
- Amortiguador telescópico:** Es el amortiguador que lleva una anilla unida al chasis y la otra a los ejes.
- Amperios:** Medida de intensidad en electricidad del automóvil.
- Anticongelante:** Producto que se añade al agua del radiador de un motor para impedir su congelación.
- Antivibrador:** (Véase Dámper).
- Arbol de levas:** Eje que recibe y transmite movimiento.  
—Eje provisto de levas.
- Arbol de transmisión:** Eje que recibe y transmite el movimiento.  
—Eje unido por un extremo al eje secundario de la caja de cambios, y en su otro extremo se une al piñón de ataque, que a través de la corona dentada, transmite el movimiento a las ruedas motrices.
- Arbol motor:** (Véase Cigüeñal).

### B

- Balancines:** Mecanismo situado entre el vástago de las válvulas y los empujadores.
- Ballestas:** Láminas metálicas, que tienen por objeto dar elasticidad a los movimientos bruscos del automóvil.
- Bancada:** Se llama bancada al cárter superior de un motor de automóvil.
- Barboteo:** Sistema de engrase.
- Barra de cremallera:** Mecanismo que al ser accionado por el acelerador hace que el inyector introduzca más o menos gas-oil.
- Bastidor:** Armazón donde van montados los elementos de un automóvil.  
—Autobastidor o autoportante: Conjunto de bastidor y carrocería montado sobre un mismo elemento.
- Batería:** Elemento donde se acumula corriente eléctrica y que hace funcionar el motor de arranque.
- Béndix:** Mecanismo que sirve para que el motor de arranque pueda hacer girar el motor del vehículo y que evita que suceda al revés.
- Biela:** Pieza que recibe su movimiento del émbolo y lo transmite, a su vez, al cigüeñal o árbol motor.
- Bloque:** En los motores de explosión, pieza que lleva uno o varios cilindros.
- Bobina:** Aparato que sirve para lograr elevar la tensión que se necesita o para que salte la chispa en la bujía de los motores de explosión.
- Bomba:** Elemento para elevar un líquido (gasolina, aceite, agua, etc.).
- Bomba de aceleración:** Sirve para enriquecer la mezcla y aumentar la fuerza en un momento dado.
- Bomba de alimentación:** Sirve para alimentar o proporcionar combustible del depósito.
- Bomba inyectora:** Elemento fundamental del motor de combustión. Tiene por objeto enviar el gas-oil a los cilindros.
- Buje:** Parte central de los cubos de los frenos.
- Bujía:** Elemento donde salta la chispa dentro del cilindro.

- Cabeza de biela:** Parte más ancha de ésta y por donde la biela va unida al codo del cigüeñal.
- Caja de velocidades:** Organo que encierra los engranajes de los cambios de velocidad de un automóvil.
- Caja de satélites:** (Véase Satélites).
- Calibre:** Diámetro interior de una pieza hueca.
- Cámara:** Anillo tubular de goma de los neumáticos.
- Cámara de combustión:** Recinto en donde se produce la combustión de un carburante.
- Cámara de compresión:** Recinto donde se comprime un elemento (aire, gas).
- Camisa:** Revestimiento interior de los cilindros por donde se desliza el pistón.
- Campo magnético:** Acción producida en un determinado espacio imantado por efecto de la corriente eléctrica.
- Carburación:** Acción de mezclarse el aire a un carburante para hacerlo combustible. Mezcla carburada.
- Carburante:** Hidrocarburo empleado en los motores de explosión o de combustión interna.
- Cardan o cruceta:** Junta que se emplea en los extremos del árbol de transmisión para evitar la rigidez.
- Cárter:** Envoltura que protege un engranaje, un motor, etc.
- Cárter superior:** Caja hermética que contiene los elementos del motor.
- Cárter inferior:** Caja que contiene el aceite de engrase del motor.
- Carrera:** Recorrido que hace el pistón dentro del cilindro entre el PMS y PMI.
- Casquillos:** Misió o pieza que une el pie de biela con el pistón.
- Centrífugo:** Que gira alrededor de un centro con tendencia a salirse de su órbita.
- Carburador:** Depósito donde se mezcla la gasolina pulverizada y el aire en los motores de explosión antes de entrar en los cilindros.
- Cigüeñal o árbol motor:** Arbol acodado de un motor sobre el cual actúan los émbolos, mediante sus respectivas bielas.
- Cilindrada:** Capacidad de los cilindros de un motor de explosión. El volumen del mismo entre el PMS y PMI. El volumen o espacio de la carrera de un pistón.
- Cilindro:** Pieza de forma interior cilíndrica por donde se deslizan los émbolos.
- Cojinetes:** Pieza en la que se fija y gira un eje.
- Cola:** (Véase Vástago).
- Colector de admisión:** Conducto (tubo) por el que se alimentan los cilindros.
- Combustión:** Acción o efecto de quemar o arder.
- Compensador:** Péndulo que corrige los efectos de las variaciones.
- Compresión:** Presión alcanzada por la mezcla en el cilindro antes de la explosión. Segundo tiempo de un motor de cuatro tiempos.
- Compresor:** Depósito o calderín donde se comprime generalmente aire.
- Contrapesos:** Colocados en el eje del distribuidor para el reglaje del encendido.
- Corona dentada:** Pieza montada con el volante del motor donde engrana el piñón del motor de arranque.
- Crucetas:** Pieza que sirve de articulación al árbol de transmisión. (Véase Juntas cardan).
- Cuba:** Depósito pequeño del carburador donde se almacena el carburante antes de disponerse a la mezcla carburada.
- Cubierta:** Banda que protege las cámaras de los neumáticos.
- Cubo:** Pieza central de la rueda que se une con la llanta.
- Culata:** Parte que cubre los cilindros en los motores.

## D

- Dámper o antivibrador:** Dispositivo que absorbe las vibraciones, montado en el extremo del cigüeñal, opuesto al volante, dentro o casi siempre fuera del cárter.
- Dedo:** (Véase Pipa).
- Delco:** Sistema de encendido que utiliza la corriente dada por una batería de acumuladores.
- Desembragar:** Independizar el motor de la caja de cambios (cigüeñal-eje primario) pisando el pedal del embrague.
- Desmultiplicación:** Reducción de la velocidad por medio de un sistema de transmisión.
- Diesel:** (Véase Motor).
- Diferencial:** Mecanismo que permite transmitir a una rueda un movimiento igual a la suma o a la diferencia de la otra. Es un mecanismo de la transmisión que permite en las curvas que la rueda que marcha al exterior pueda girar a más velocidad que la del interior de la curva.
- Difusor o venturi:** Estrechamiento del tubo por donde pasa el aire para la mezcla.
- Diodos o rectificadores:** Válvula electrónica de dos electrodos, por la cual la corriente pasa en un solo sentido.
- Dirección:** Mecanismo encargado de orientar el automóvil a través de las ruedas delanteras.
- Disco:** Mecanismo colocado en el sistema de frenado. Frenos de disco.
- Distribución:** Mecanismo que regula la admisión, encendido y escape en los motores de explosión.
- Distribuidor:** Mecanismo que envía la corriente a las bujías en el momento preciso.
- Disyuntor:** Aparato que evita el retorno de la corriente de la batería a la dinamo.
- Doble dirección:** Se usa mandando al eje doble de las ruedas delanteras con el fin de tomar mejor las curvas.

## E

- Economizador:** Elemento que se incorpora al carburador, que aumentando la proporción de aire o disminuyendo la de gasolina, consigue un ahorro de combustible.
- Efecto venturi:** Es toda corriente de aire que pasa rozando un orificio, provocando una succión.
- Eje de balancines:** En él van los balancines que sirven para abrir las válvulas cuando van en cabeza.
- Eje primario:** Eje unido al árbol motor (cigüeñal) a través del embrague.
- Eje secundario:** Eje unido al árbol de transmisión y de engranajes móviles, que se mueven a través de las horquillas o palanca.
- Eje intermediario:** Eje que engrana siempre con el primario.
- Eje inversor:** Eje del piñón en toma constante con otro del intermediario para la inversión de la marcha (marcha atrás).
- Electrodo:** Extremidad de cada uno de los conductores fijados en los polos del generador eléctrico.
- Electrolito:** La composición o mezcla de agua y ácido sulfúrico empleado en la batería.
- Electroimán:** Barra de hierro dulce, encerrada en un carrete eléctrico y que se convierte en imán cada vez que pasa una corriente eléctrica por el alambre del carrete. El electroimán goza de todas las particularidades del imán natural y las pierde en cuanto se detiene la corriente.
- Embragar:** Unir el motor con la caja de cambios (cigüeñal-eje primario) soltando el pedal del embrague.
- Embrague:** Mecanismo que permite poner la caja de velocidades en movimiento uniéndola al motor. (Cigüeñal-eje primario).
- Encendido:** Acción de inflamar, por medio de una chispa, una mezcla carburada de un motor de explosión. (Sistema de encendido).
- Escape:** Salida de los gases quemados y tubo que los conduce al exterior.
- Escobillas:** Haz de hilos de cobre o pieza de carbón aglomerado, que sirve de contacto móvil en los generadores y motores eléctricos.
- Estátor:** Parte fija en un generador de corriente, motor o turbina.
- Estárter:** (Véase Stárter).
- Estrangulador:** Dispositivo de los carburadores, cuya misión es aumentar la riqueza en el carburante de la mezcla (disminuyendo la entrada de aire) y facilitar el arranque en frío de un motor de explosión.
- Excéntricas:** Pieza cuyo eje es distinto del centro de la figura y que tiene por objeto transformar un movimiento circular en movimiento rectilíneo alternativo.

## F

**Ferodo:** Forro de fibras de amianto e hilos metálicos que recubre las zapatas de los frenos y embrague.

**Filtro:** Aparato a través del cual se hace pasar un líquido fluido para eliminar las partículas sólidas en suspensión.

**Flotador:** Aparato que controla la entrada de la gasolina en la cuba y que mantiene un nivel constante.

**Freno:** Dispositivo que sirve para retener o moderar la velocidad del vehículo.

## G

**Generador:** Productor de electricidad.

**Gicler:** Surtidor de carburador. (Véase Surtidor).

**Grafito (carbono):** Aditivos para aceite de motor. Carbono natural, casi puro, componente de las escobillas.

## H

**Hidráulico:** Embrague hidráulico (si la separación entre los discos se realiza por un líquido).

## I

**Inducción:** Producción de corrientes eléctricas llamadas corrientes de inducción en un circuito, bajo la influencia de otra corriente eléctrica o de un imán.

**Inducido:** Parte de los alternadores en la que por inducción se produce la corriente eléctrica.

**Intermediario:** (Véase Eje).

**Inductor:** Organo destinado a producir la inducción magnética.

**Inversor de marcha:** Piñón empleado para la marcha atrás. (Véase Eje).

**Inyector:** Aparato para efectuar la introducción forzada del combustible.

## J

**Juntas cardan:** Articulación mecánica que permite la transmisión de un movimiento de rotación en direcciones diferentes. (Véase Crucetas).

**Juego de taqués:** Espacio libre y holgura que debe existir entre los taqués.

## L

**Leva:** Prominencia (resalte) del árbol en que va montada y destinada a transmitir o accionar el movimiento de una pieza.

**Lubricación:** Acto de engrasar o engrase.

**Llanta:** Corona de la rueda sobre la que se aplica el neumático.

## M

**Manómetro:** Instrumento que sirve para indicar la presión (engrase, aire, etc.).

**Martillo:** Mecanismo móvil que establece contactos alternativos en el ruptor.

**Masa:** Parte metálica del automóvil.

**Mezcla carburada:** Mezcla de combustible y aire empleada en los motores de explosión.

**Motor diesel:** Motor de combustión interna sin explosión, en que el combustible se inyecta con aire fuertemente calentado por una previa compresión.

**Motor de explosión:** Motor de gasolina que toma su energía de una explosión de gas.

**Motriz:** Dícese de las ruedas que reciben e impulsan el movimiento (ruedas motrices) .



## N

**Negativo:** Electricidad negativa, una de las dos formas de electricidad estática (polo negativo) (—).

**Neumáticos:** Tubo de goma lleno de aire, que se pone a las ruedas de los automóviles

## O

**Onda expansiva:** Es la que se origina por la explosión del gas acumulado en el cilindro.

## P

**Palieres:** Pieza fija que tiene un eje de transmisión.

**Par cónico:** Mecanismo que reduce o desmultiplica las revoluciones de la transmisión.

**Picado de biela:** Se dice cuando el avance del encendido es excesivo.

**Pie de biela:** Parte por donde la biela enlaza con el pistón y por su parte más estrecha.

**Piñón:** Rueda dentada, que engrana con otra o con una cadena.

**Piñón de ataque:** Piñón unido al árbol de transmisión y conectado a la corona de la caja de satélites.

**Pipa o dedo:** Está en el eje del ruptor y manda corriente a los terminales de los cables de cada bujía.

**Pistón:** Parte móvil en el interior del cilindro.

**Platinos o ruptor:** Contactos del ruptor o piezas que forman el interruptor del ruptor. (Véase Ruptor).

**Polea:** Rueda de canto acanalado móvil, sobre su eje, por la que corre una correa.

**Polos:** Puntos de un generador de electricidad, que sirve para la entrada o la salida de la corriente.

**Positivo:** Electricidad positiva (polo positivo) (+).

**Pozo de compensación:** Depósito que, manteniendo siempre un cierto nivel, proporciona carburante según las necesidades concretas.

**Precombustión:** (Véase Combustión).

**Premiun:** Marca o calidad de aceite empleado en lubricación.

**Primario:** En una bobina de inducción, dícese de la corriente inductora y del circuito por donde llega.

**Primario:** (Véase Eje primario).

**Propulsión:** Si son las ruedas traseras las que reciben y transmiten el impulso del motor (propulsión trasera).

**Punto muerto:** Posición del émbolo parado en el punto más alto o más bajo de su recorrido y que no puede obrar sobre el cigüeñal sin auxilio exterior. Posición de la palanca de la caja de cambios en que ninguno de los engranajes está conectado. Que no hay ninguna velocidad metida.

**PMI:** La parte más baja donde llega el pistón de un cilindro en su movimiento descendente.

**PMS:** La parte más alta a la que llega el pistón de un cilindro en su movimiento ascendente.

## R

**Radiador:** Dispositivo de varios elementos, huecos, que sirve para enfriar el agua en un motor de explosión, conteniendo el depósito del agua de refrigeración.

**Ralentí :** Marcha de un motor con el mínimo de gases y con vehículo parado.

**Rectificador:** (Véase Diodos).

**Refrigeración:** Disminución artificial de la temperatura.

**Reglaje del motor:** Variar los momentos de apertura y cierre de las válvulas.

**Reglaje de taqués:** Acción de ajustar la separación de los taqués a los límites establecidos por las casas constructoras de automóviles.

**Regulador de corriente:** Sirve para mantener constante la tensión e intensidad de la corriente producida por la dinamo.

**Regulador de velocidad:** Empleado en los motores Diesel, y tiene como misión evitar que los motores superen la velocidad máxima prevista e impide que el motor se pare estando al «ralentí».

**Relé:** Aparato acoplado al béndix del motor de arranque.

**Rectificador o diodos:** (Véase Diodos).

**Rotor:** Parte móvil en un generador de corriente, motor o turbina.

**Ruptor o platinos:** Aparato para interrumpir la tensión, para que se produzca la chispa. (Véase Platinos).

## S

- Satélites:** Rueda dentada de un engranaje, que gira sobre un eje para transmitir el movimiento de otra rueda dentada.  
 —*Caja de satélites:* Mecanismo donde va unido, por uno de los extremos, el árbol de transmisión.
- Secundario:** (Véase Eje secundario).
- Segmentos de compresión:** Aros metálicos, elásticos, que impiden la fuga de los gases hacia la parte inferior del cilindro.
- Segmentos de engrase:** Segmento que va recogiendo gotas de aceite de lubricación y engrasando las paredes del cilindro y pistón.
- Servodirección:** Mecanismo que multiplica el esfuerzo del conductor en el manejo de la dirección.
- Servofreno:** Mecanismo auxiliar que multiplica el esfuerzo del conductor en el manejo del freno.
- Sincronización:** Dispositivo montado en la caja de cambios mediante el cual los piñones, antes de engranar, igualan sus velocidades por medio de unos conos.
- Stárter:** Aparato que sirve para enriquecer la mezcla y conseguir un arranque en frío.
- Surtidor:** Tubito donde pasa la gasolina desde la bomba. El surtidor pone en comunicación la cuba con el conducto de aire para efectuar la mezcla. Se le llama también «gicler».
- Surtidor de baja:** (Véase Ralentí). Dispositivo que mantiene el motor en marcha sin acelerar.
- Surtidor de compensación:** Es un depósito o reserva llamado pozo de carburación, que dispone el carburador para evitar que el motor consuma más gasolina conforme está acelerando.
- Suspensión:** Consiste en dar elasticidad ante los bruscos movimientos del vehículo. Enlace entre el bastidor y las ruedas de un vehículo para darle elasticidad. Puede ser convencional o adaptativa.

## T

- Tambor:** Pieza circular del freno, solidaria de la rueda, en cuyo interior actúan las zapatas del freno.
- Tambores del freno:** Mecanismo del freno, donde se produce el efecto inmediato de la frenada.
- Taqués:** Vástago que transmite la acción del árbol de levas a las válvulas de un motor.
- Telescópico:** (Véase Amortiguador).
- Tensión:** Tensión eléctrica. Diferencia de potencia.
- Termosifón:** Sistema de refrigeración basado en que el agua caliente es menos densa que el agua fría.
- Termostato:** Dispositivo colocado entre el radiador y el motor para controlar la temperatura del agua y hacer que pase o no del radiador al motor.
- Tiempo motor:** Se llama tiempo motor al tercer tiempo de un motor de cuatro tiempos.
- Tobera:** Abertura por donde se inyecta el aire. Parte posterior de un motor que sirve para la expansión del gas de combustión.
- Tracción delantera:** Si son las ruedas delanteras las que reciben y transmiten el impulso del motor.
- Transmisión:** Mecanismo que comunica el movimiento.
- Transistores:** Pequeño aparato que aprovecha las propiedades semiconductoras del germanio o del silicio y que se utiliza para ampliar oscilaciones eléctricas y para realizar otras funciones llevadas a cabo generalmente por tubos electrónicos.

## V

- Valvulina:** Aceite muy viscoso entre 80 y 120 grados.
- Válvula:** Dispositivo de cierre para regular el paso de líquidos o gases por tuberías.
- Válvula de mariposa:** Válvula mandada por el acelerador y colocada en la salida del carburador y que sirve para regular la cantidad de mezcla.
- Vástago:** Cola de la válvula
- Venturi:** (Véase Difusor).
- Volante:** Aparato de dirección de un automóvil. Rueda colocada en un extremo del cigüeñal.
- Voltios:** Unidad de fuerza electromotriz y de diferencia de potencial o tensión.

## W

- Watio:** Unidad de potencia.

## Y

- Yunque:** Contacto fijo de ruptor o platinos.

## Z

- Zapatas:** Pieza del freno de los automóviles que actúa friccionando la rueda o su eje.

# **INDICE ALFABETICO**

# INDICE ALFABETICO

## A

AAA: 152-153-155  
AAE: 152-154  
Abrazaderas: 728  
ABS: 930-933-937-938  
Accesorios: 580  
Accidentes: 15  
Aceite: 64-372-398-694-928  
Aceite monogrado: 438  
Aceites minerales: 429-32  
Aceites multigrados: 437  
Aceites sintéticos: 429-432-441  
Aceites usados: 453-454  
Acelerador: 159-207-233-272-281  
Acido sulfúrico: 475  
Acondicionamiento de la carga: 10  
Acumuladores: 43-466-468-473  
Aditivos: 431  
Admisión: 146-168-217-286  
Aerodinámica: 8-9  
Agua: 64-327-394-377-460  
Agua destilada: 375-475  
Airbag: 14-779  
Aire acondicionado: 583  
Aire comprimido: 765  
Alabe: 630  
Alarmas: 579-595  
Alimentación de aire: 169  
Alimentación de carburante: 175/78  
Alimentación por carburador: 261-263  
Alimentación por inyección: 244  
Alimentación: 22  
Alta tensión: 484-486-501  
Alternador: 29-466-475-526-533-534-537  
Alumbrado: 463-576  
Amortiguación adaptativa: 753.1  
Amortiguadores: 38-725-738/39-756-759  
Amperímetro: 483-499-540-552-579-593  
Amperios: 473  
Anclado de los neumáticos: 986  
Angulo de giro: 803  
Angulo de viraje: 802  
Antecámara: 165  
Antibloqueo de frenos: 876-933  
Anticongelante: 375  
Antideslizante ASR: 936  
Antipatinaje de ruedas: 936  
Antivibrador: 92  
Aquaplaning: 953  
Aparatos de lectura: 586  
API: 444/46  
Apoyos: 86  
Arbol de dirección: 777/79  
Arbol de distribución: 110  
Arbol de levas: 106-110/117-487  
Arbol de levas en bloque: 125  
Arbol de levas en cabeza: 126

Arbol de levas en culata: 126  
Arbol de levas lateral: 125  
Arbol de transmisión: 34-607-610-649-651-661-680/89-697  
Arbol motor: 85  
Arbol primario: 615  
Arbol telescópico: 683  
Arranque: 482-541  
Arranque en frío motor de explosión: 252-283  
Arranque en frío del motor diesel: 213  
Arrastre del vehículo: 710  
Asiento de la válvula: 109  
ASR: 936-938  
Autocombustión: 159  
Autodescarga: 471  
Autoencendido: 74-108-524  
Autoinducción: 488  
Automóvil: 1  
Avance (ángulo): 802-805-808  
Avance apertura de admisión: 152-153-155  
Avance a la apertura de escape: 152-154  
Avance a la inyección: 227/229  
Avance al encendido: 503/511-524  
Averías alimentación motor diesel: 242  
Averías alternador: 538  
Averías alumbrado: 538-578  
Averías caja de velocidades: 679  
Averías de la dirección: 828/29-799  
Averías de los frenos: 869-878-924  
Averías de los neumáticos: 988/89  
Averías de transmisión: 706  
Averías del embrague: 642-644  
Averías del encendido: 524  
Averías del motor de arranque: 554  
Averías dirección: 794/99  
Averías distribución: 139  
Averías lubricación: 426-460/62  
Averías motor explosión: 287  
Averías refrigeración: 394-395  
Averías sistemas eléctricos auxiliares: 591-599  
Averías ventilador: 359

## B

Baja tensión: 215-466-486-499  
Balancines: 122  
Ballestas: 6-727/30-738-756/58  
Banda de rodadura: 953  
Barras de dirección: 777-781/84-815/17  
Barras de torsión: 727-733-737  
Barras estabilizadoras: 725-740/41-756-760  
Bastidor: 5-6  
Batería: 26-43-466/82-499-525-534/36-577  
Biela: 79-135  
Biela de dirección: 777  
Biela de suspensión: 729-730  
Biela fundida: 84

Bloque motor: 51-53/58-337-345  
 Bobina: 483/86-489-541  
 Bogie: 721  
 Bomba de aceleración: 281-282  
 Bomba de agua: 90  
 Bomba de alimentación eléctrica: 187-189  
 Bomba de alimentación mecánica: 182  
 Bomba de alimentación: 181-185-267  
 Bomba de émbolo: 186  
 Bomba de engranaje: 410  
 Bomba de inyección: 156-159-181-190-199-208-227  
 Bomba de lubricación: 401-409-411  
 Bomba de membrana: 183/85  
 Bomba de refrigeración: 342-346  
 Bomba de transferencia: 239  
 Bombas inyectoras rotativas: 235  
 Bombas lineales: 202/215  
 Bombeo y distribución: 238  
 Bornes: 471-474-476-536  
 Brazos de acoplamiento: 781/83-788-815/17  
 Bridas: 728  
 Buje: 944  
 Bujía: 59-141-259-464-489-493-495-501-502-523  
 Bujías de incandescencia: 215  
 Bulón: 73-78

## C

C.C.M.C.: 446  
 Cabeza de biela: 82-87  
 Cabeza tractora: 710/12  
 Cabezal hidráulico: 238  
 Cabina abatible: 19  
 Cabina: 9  
 Cadena: 116-977  
 Caída (ángulo): 802-805-812  
 Caja de advertencia: 574/75  
 Caja de cambios simplificada: 659  
 Caja de dirección: 777-780-815/17  
 Caja de intermitencia: 573  
 Caja de satélites: 694-698-699  
 Caja de velocidades: 33-600-627/28-645  
 Caja de velocidades automática: 669/71  
 Calderín: 766-880-882-886-891-908  
 Calefacción: 582  
 Calentadores: 215  
 Calibre del cilindro: 220  
 Calibre del carburador: 270  
 Caliente: 416  
 Calor: 102-104-128-189-286-331-361-524-926  
 Cámara: 959/60  
 Cámara cilíndrica: 97  
 Cámara de combustión: 59-63-108-160-210-221-246  
 Cámara de compresión: 59-94/99-221-222-427

Cámara de explosión: 221  
 Cámara de pistón: 98  
 Cámara de precombustión: 165  
 Cámara de reserva de aire: 167  
 Cámara de turbulencia: 166  
 Cámara hemisférica: 99  
 Cámaras de agua: 334-337-345  
 Cambio automático: 669/71  
 Cambio de aceite: 449/451-460  
 Cambio de neumáticos: 973-975  
 Cambio de rueda: 976  
 Camisas de agua: 58-334-337-345  
 Características de los aceites: 442-443  
 Carburador: 264-265-268-286  
 Carburador elemental: 266  
 Carburante: 43-180-210-313-319  
 Carcasa: 544-953  
 Carcasa de embrague: 617  
 Cardán: 685  
 Carga: 10-12-224  
 Carrera: 86-220  
 Carrocería autoportante: 7  
 Cáster: 51-65-694  
 Casquillo antifricción: 87  
 Catalizador: 322-325  
 Cetano: 314  
 Ciclo práctico: 150/51  
 Ciclo teórico: 146/49  
 Cierre centralizado: 579-585  
 Cigüeñal: 85-89-100-115-600  
 Cilindrada: 220-223  
 Cilindro: 21-53-56-68-134-245-487  
 Cilindro de freno: 895-898-916  
 Cima: 954  
 Cinturón: 953  
 Cinturón de seguridad: 14  
 Circuito abierto: 371  
 Circuito cerrado: 372-386  
 Circuito de aire comprimido: 765  
 Circuito de alimentación de aire: 766  
 Circuito de alimentación: 168/69  
 Circuito de alta presión: 157-178-198  
 Circuito de baja presión: 156-157-177  
 Circuito de compensación: 276  
 Circuito de engrase de un motor diesel: 428  
 Circuito de ralentí: 274  
 Circuito de refrigeración: 370/377  
 Circuito de alimentación motor diesel: 168  
 Circuito economizador: 278  
 Circuito enriquecedor: 281  
 Circuito inyección motor diesel: 208  
 Circuito primario: 485/87-498-517  
 Circuito secundario: 485-491-498-501-516  
 Circuito sellado: 372  
 Circuitos de mando de frenos: 853  
 Clasificación "SAE" de los aceites: 434  
 Climatización: 579-582

Código de velocidad: 966  
 Codos: 82-86  
 Cojines: 762/64  
 Cojinetes: 87-123  
 Cola: 101-107  
 Colector: 544  
 Colector de admisión: 61-101-170-217-263-269  
 Colector de escape: 61-101-218  
 Columna de dirección: 778-816  
 Combustible: 22-160-168-224-313-674  
 Combustión: 21-145-222-226-260-286  
 Comite Constructores Mercado Común: 446  
 Comparación motor explosión y diesel: 286  
 Compensador de frenada: 877  
 Composición de un aceite lubricante: 431  
 Compresión: 83-147-222-242-286  
 Compresor: 766-880-882-889-766  
 Compresor centrifugo: 289  
 Compresor volumétrico: 290/292  
 Condensador: 489-499-514  
 Condiciones generales de los aceites: 430  
 Conectores: 559-571  
 Conexiones remolque: 557  
 Consumo: 224-283-513-674  
 Contaminación: 225-320  
 Contrapesos: 87-227-228-506/07-624  
 Control nivel de aceite: 452  
 Controles diarios de lubricación: 458/59  
 Convergencia (ángulo): 802-805-812  
 Convertidor de par: 645-660  
 Corona: 694/97  
 Corona del volante: 540-544  
 Correa dentada: 117-343  
 Correa trapezoidal: 343-346  
 Correas: 386-388-393  
 Corrector de frenado: 912  
 Cotas de dirección: 802-805-813  
 Cotas de relaje distribución: 118-151-153  
 Cremallera: 786-788  
 Cristalización: 848.1  
 Cruce de válvulas: 155  
 Cruceta: 686  
 Cuba del carburador: 268  
 Cubierta de embrague: 613-617  
 Cubiertas: 953-954-956  
 Cubo: 944  
 Cuerpo de biela: 81  
 Culata: 51-59/63-210-217-337-496  
 Chasis: 5-6  
 Chicle: 270  
 Chispa eléctrica: 27-261-464-485-495/97-513

## D

Dámper: 92  
 Dedo: 491/92  
 Deflector: 9  
 Delco: 490  
 Delga: 544  
 Depósito de carburante: 179/80  
 Depresores: 877

Desconector de la batería: 479/81  
 Desembragado: 620-634  
 Desenganche cabeza tractora: 717  
 Desgaste del motor: 361-436  
 Desgaste de neumáticos: 810-822-973  
 Desmultiplicación: 608-645-650-775-780  
 Detonación: 83-108-242-287-524  
 Diagnóstico de los neumáticos: 988  
 Diámetro: 220  
 Dibujo de neumáticos: 974  
 Diesel: 43-45  
 Diferencial: 35-690/91-699  
 Difusor: 271  
 Diodo: 475-529/31-533  
 Dirección: 5-39-774/76-789-800-814-818  
 Dirección asistida: 39-789-799-817  
 Dirección doble: 818/20  
 Dirección dura: 827-828  
 Dirección eje delantero y trasero: 800  
 Dirección hidráulica: 791/92  
 Dirección neumática: 793  
 Disco: 944-946  
 Disco antivibrador: 92  
 Disco de embrague: 613/15-647  
 Disco de frenos: 845/48  
 Dispositivo anticongelante: 884-904  
 Dispositivo de arranque en frío: 283  
 Dispositivo de elevación del eje: 721  
 Distribución: 21-93  
 Distribución de la carga: 12  
 Distribuidor: 487-490-493-501-506-515  
 Disyuntor: 533  
 Divergencia (ángulo): 802-805-812  
 Doble circuito de frenos: 863/67  
 Doble embrague: 673  
 Doble propulsión: 37  
 Dosado de las mezclas: 273

## E

Eje alzable: 720-721  
 Eje de balancines: 123  
 Eje de distribución: 110  
 Eje del árbol de transmisión: 681  
 Eje del distribuidor: 487-490-496  
 Eje descargable: 721  
 Eje elevable: 720/21  
 Eje intermediario: 646-648  
 Eje motor: 85  
 Eje motriz: 680-690-694  
 Eje primario: 614-646/47-649  
 Eje retráctil: 721  
 Eje secundario: 36-600-646-649-655-680-695  
 Electrobomba: 249  
 Electrodo: 495/97-513  
 Electroimán: 187-255-500-926  
 Electrolito: 475/76  
 Electroventilador: 350-351  
 Elementos de control auxiliares: 586  
 Elementos de control lubricación: 412  
 Elementos de control refrigeración: 366  
 Elementos de mando: 572

Elementos del motor: 49  
 Elevalunas: 579-584  
 Embolo: 205  
 Embragado: 620-634  
 Embrague: 32-610/44-647  
 Embrague automático: 624  
 Embrague de diafragma: 621  
 Embrague de disco: 612  
 Embrague de fricción: 612-619-623  
 Embrague de mando electrónico: 633-641  
 Embrague de mando hidráulico: 633-636/37  
 Embrague de mando mecánico: 633/35  
 Embrague de mando neumático: 633-638/40  
 Embrague de muelles: 619  
 Embrague electromagnético: 631/31  
 Embrague hidráulico: 627/30  
 Embrague seco: 623  
 Embrague semiautomático: 631  
 Empujador: 119/121  
 Emulsión: 439  
 Encendido: 27-286-463-520  
 Encendido electrónico: 465-514  
 Encendido mecánico: 465  
 Encendido transistorizado: 465-512  
 Energía: 3-466-475-525-738  
 Engranajes de la dirección: 777-780-786  
 Engranajes epicicloidales: 661  
 Engrase: 24-301  
 Equilibrado de ruedas: 824-973  
 Equipo eléctrico: 5-25  
 Escape: 149-218-286-327  
 Escobilla: 493-542  
 Esquema de velocidades: 654  
 Estator: 526/30-542  
 Estrangulador: 283/85-383  
 Eter: 214  
 Exceso de avance al encendido: 83  
 Exceso de avance en la inyección: 229  
 Expansión: 148  
 Explosión: 145-286

## F

Fading: 844-923-926  
 Faros: 566  
 Filtro centrífugo de aceite: 422  
 Filtro de aceite: 420-421  
 Filtro de agua: 347-348-349  
 Filtro depurador del freno: 902  
 Filtro en baño de aceite: 174  
 Filtro húmedo: 173  
 Filtro seco: 171  
 Filtros anticongelantes: 880-884  
 Filtros de aire: 170-328  
 Filtros de carburante: 190/96  
 Flanco: 954  
 Flotador: 269  
 Forros: 840  
 Freno de carburante: 279  
 Freno de estacionamiento: 873/74-888-939  
 Freno de inercia: 875

Freno de remolque: 887  
 Freno de servicio: 887  
 Freno eléctrico: 926  
 Freno en el escape: 931  
 Freno motor: 931  
 Freno semirremolque: 917  
 Frenos: 5-40-830  
 Frenos de compresión: 831-844  
 Frenos de disco: 831-844/52-873  
 Frenos de expansión: 832  
 Frenos de mando hidráulico: 836/38-855/61  
 Frenos de mando hidroneumático: 853-925  
 Frenos de mando mecánico: 836-853/54  
 Frenos de mando neumático: 853-879/916  
 Frenos de tambor: 831  
 Frenos hidráulicos: 836-838-853-859  
 Frio: 213-252-283- 361-416  
 Fuerza motriz: 148-223  
 Fusibles: 561/65

## G

G.L.P.: 43-317/19  
 Gas licuado del petróleo (g.L.P.): 43-317/19  
 Gas oil: 43-313  
 Gases: 21-149-233-236-427-475-503-510  
 Gasoleo: 313  
 Gasolina: 43-315  
 Gemela de ballesta: 729-730  
 Gemelas de ruedas: 945-979-980  
 Generador de corriente eléctrica: 29-466-526 al 538  
 Generador de impulsos: 515/16  
 Geometría de la dirección: 803/05  
 Gicleur: 270  
 Gotas de agua: 327  
 Grasa blanda: 474  
 Grifo de freno: 914  
 Gripado: 397  
 Gripado de bielas: 83  
 Grupo cónico: 37-694/97-703  
 Grupo cónico-diferencial: 694-703  
 Grupo de ejes: 721  
 Grupo diferencial: 608/09-694-698/701  
 Grupo motriz: 17  
 Grupos cortos: 692/93  
 Grupos largos: 692/93  
 Guardapolvos: 709  
 Guía de la válvula: 107-108

## H

Haz luminoso: 576  
 Helicoidal: 697  
 Hidroplaning: 953  
 Hipoide: 697  
 Holchkiss: 746  
 Hombro: 954  
 Homocinética: 689  
 Horquilla: 546-547  
 Horquilla deslizante: 684

Humos: 141-226-242-327-462  
 Humos blanco-azulados: 141-226-242-327-405-462  
 Humos blancos: 287-327-395  
 Humos negros: 226-242-287-304-327  
 Hydrolástico: 752/53

## I

Iluminación: 30  
 Indicador de nivel aceite: 414  
 Indicador de presión de aceite: 589  
 Indicador de temperatura: 588  
 Indicadores luminosos: 537-579-595  
 Índice de carga: 965  
 Índice de viscosidad: 436  
 Inducido: 544  
 Inductores: 543  
 Intensidad: 499-501-512  
 Intercambiador de calor: 408-425  
 Intercambiador de temperatura: 299-929  
 Intercambiador sobrealimentación: 299  
 Intercooler: 299/302  
 Interpretación de símbolos: 579-587  
 Interruptor: 483-516-558  
 Interruptor de puesta en marcha: 549  
 Inyección de gasolina: 244  
 Inyección directa motor diesel: 162  
 Inyección directa motor explosión: 246  
 Inyección electrónica: 241.1-254/260  
 Inyección indirecta motor diesel: 164  
 Inyección indirecta motor explosión: 247  
 Inyección multipunto: 248-254/260  
 Inyectores: 161-165-168-210/212-249-199

## J

Juego de taqués: 112-119-128-132  
 Junta de cárter: 66  
 Junta de culata: 64  
 Junta homocinética: 689  
 Junta universal: 687/88  
 Juntas: 610-685/89

## K

King-pin: 713/17

## L

Lambda: 260-324  
 Lámparas: 568-570  
 Lámparas convencionales: 569

Lámparas halógenas: 569  
 Lavaparabrisas: 579-581  
 Levas: 110-112-202-487/88  
 Limitador: 533  
 Limitador de frenada: 876  
 Limitador de velocidad: 234.1  
 Limpiaparabrisas: 579/80  
 Limpieza del cárter: 457  
 Líquido de frenos: 858  
 Líquido refrigerante: 64-360-375-386-394  
 Lubricación: 24-306-396/462  
 Lubricación a presión: 401/04  
 Lubricación a presión total: 403/04  
 Lubricación por mezcla: 306-405/07  
 Lubricante: 398  
 Luces: 556-576-577  
 Llanta: 944-950-959-960  
 Llave de contacto: 215-483-499-541

## M

Mac Pherson: 743-745  
 Mando de las velocidades: 675  
 Mando eléctrico de las velocidades: 677  
 Mando neumático de las velocidades: 675  
 Mando termoeléctrico: 350  
 Mangueta: 777-782-802-806/07-815  
 Manguitos: 336-341-390  
 Manocontacto: 401-413-417  
 Manómetro: 404-415/16-880-915/16  
 Mantenimiento alternador: 537  
 Mantenimiento alumbrado: 577  
 Mantenimiento de frenos: 839  
 Mantenimiento de la batería: 474  
 Mantenimiento de la carrocería: 14  
 Mantenimiento de la dirección: 821/22-825/27  
 Mantenimiento de las velocidades: 678  
 Mantenimiento de los frenos: 870/71-921  
 Mantenimiento de lubricación: 447/48  
 Mantenimiento de neumáticos: 967  
 Mantenimiento del árbol de transmisión: 704  
 Mantenimiento del embrague: 644  
 Mantenimiento del motor de arranque: 553  
 Mantenimiento del turbocompresor: 304/05  
 Mantenimiento distribución: 139/41  
 Mantenimiento filtros carburante: 197  
 Mantenimiento motor explosión: 328  
 Mantenimiento refrigeración: 386-393  
 Mariposa de gases: 272-508/09-932  
 Martillo: 487-488  
 Masa: 468-475-477-487-489  
 Mecanismo cónico-diferencial: 35-610-694  
 Mecanismo de arrastre: 544-546  
 Mecanismo de dirección: 780  
 Mecanismo de presión: 613-618/22



Mercancías peligrosas: 480  
 Mezcla carburada: 27-263-264-283  
 Mezcla de neumáticos: 975  
 Miliamperios: 514  
 Modelos de motores: 133  
 Modulo electrónico: 514/15  
 Monocasco autoportante: 7  
 Montaje de las ruedas: 978  
 Mordaza: 845  
 Motor: 5-20-42-221  
 Motor de arranque: 28-540-544/46-477-482  
 Motor de cilindros en línea: 134  
 Motor de cilindros opuestos: 136  
 Motor de combustión: 43  
 Motor de explosión: 43-243-286  
 Motor diesel: 43-162/242-286  
 Motor eléctrico: 43-539  
 Motor WANKEL: 312  
 Motores BOXER: 136  
 Motores de 2 tiempos: 48-306/11  
 Motores de 4 tiempos: 48  
 Motores de cilindros en "v": 135  
 Motores de inyección: 143-160  
 Motores policilíndricos: 137-235  
 Motores rotativos: 48  
 Motores turbo: 158  
 Muelle de las válvulas: 106  
 Muelles: 6-725/31-738  
 Multiplicación: 790-817-868  
 Muñequillas: 82-86

## N

Neumáticos: 5-41-943/89  
 Nivel de aceite: 452  
 Nivel de líquido refrigerante: 386  
 Nomenclatura: 963  
 Normas A.P.I.: 444/46  
 Normas C.C.M.C.: 446

## O

Octanaje: 83  
 OHC: 124-126-130-131  
 OHV: 124/25-129  
 Omega: 712  
 Orden de encendido: 137  
 Orificios: 471-475

## P

P.M.I.: 56-144-235  
 P.M.S.: 56-94-144-220  
 Palanca de ataque: 781-782-788  
 Palanca de dirección: 777-781/83  
 Palanca de mandos: 646-655-777-781  
 Palieres: 610-668-707-709  
 Par cónico: 696-697

Paralelismo: 812-973-988  
 Par motor: 223-692  
 Pastillas: 846/48  
 Perno capuchino: 728  
 Picado de bielas: 83-229-242-287-504-524  
 Pie de biela: 80  
 Pilotos: 567  
 Piñón de ataque: 694/97  
 Piñón de distribución: 113-114  
 Piñón del motor de arranque: 546  
 Piñón inversor: 646-651  
 Pipa: 491/92-502  
 Pistón: 68/72-158-263  
 Pistones de frenos: 849/50  
 Pivote: 781-806/07  
 Placas: 468  
 Planetario: 661/64-694-699  
 Platinos: 487-514  
 Plato de presión: 613-616  
 Platos de freno: 833  
 Poder detergente: 439  
 Poder dispersante: 440  
 Polos: 468-475-477  
 Portainyector: 210/212  
 Potencia al freno: 223  
 Potencia del motor: 95-223-288  
 Potenciómetro: 259  
 Pozo compensador: 276-277-280  
 Prefiltro: 192  
 Presión de inflado: 224-968-980  
 Presión de inyección: 163-198-245  
 Presión del carburante: 239-249  
 Presión líquido refrigerante: 373-374  
 Pretensores: 14  
 Primario: 485  
 Propiedades de los aceites: 432  
 Propulsión: 31-36-603/04-606  
 Proyector: 566  
 Puente motriz: 694  
 Puente rectificador: 526-529/30  
 Puente trasero: 668-730-37-694  
 Puesta a punto del encendido: 503-521  
 Puesta en marcha: 213-283-463-539-549/51  
 Puesta en marcha eléctrica: 5-28  
 Pulmones: 880-895-898-916  
 Punto muerto: 19-655-657  
 Punto muerto inferior- superior: 94-144/54-165/67-220/22-235  
 Purgado de frenos: 872-906-921

## Q

Quinta rueda: 711/18  
 Quinta velocidad: 659

## R

Radiador: 334-338-341-350  
 Radiador de aceite: 408-425-929  
 Radial: 955

Ralentí: 274-275-380-510  
 Ralentizadores: 926/930  
 Rampa de distribución: 249-258  
 RCA: 152/53  
 RCE: 152-154/55  
 Recauchutado de neumáticos: 987  
 Reductora: 665/68-703  
 Refrigeración: 23-331/395  
 Refrigeración de las válvulas: 103/04  
 Refrigeración del aceite: 405-423  
 Refrigeración forzada: 372  
 Refrigeración habitáculo: 583  
 Refrigeración por aire: 306-378/85  
 Refrigeración por cárter: 424  
 Refrigeración por líquido: 334/337  
 Reglaje cotas de distribución: 118-151-153  
 Reglaje de encendido: 503  
 Reglaje de taqués: 120-128-132  
 Reglaje del alumbrado: 576  
 Reglaje del ruptor: 488  
 Reglajes de la dirección: 823  
 Regrabado de los neumáticos: 984  
 Regulación aire: 280  
 Regulación del alumbrado: 576  
 Regulador: 29-203-230-532-534  
 Regulador antideslizante: 936  
 Regulador centrífugo: 231  
 Regulador de la inyección: 203-227/229  
 Regulador de presión: 249-880-892/94  
 Regulador de velocidad: 203-230  
 Regulador mecánico: 231  
 Regulador por depresión: 232  
 Regulador por vacío: 232  
 Relación de compresión: 222  
 Relación de la carrera y el diámetro: 221  
 Relación volumétrica: 151  
 Relé: 545-560  
 Relojes: 579-595  
 Remolcadores: 710/19  
 Retardador: 926-928  
 Retraso al cierre admisión: 152/53  
 Retraso al cierre del escape: 152-154/55  
 Retraso al encendido: 504  
 Revoluciones del motor: 35-210-223-274  
 Rodamientos de agujas: 123  
 Rodillo y cono: 626  
 Rotor: 238-491/92-526/28-542-544-630  
 Rueda libre: 543-546/48  
 Ruedas: 4-41-941/949  
 Ruedas dentadas: 114  
 Ruedas gemelas: 945-953-979-980  
 Ruedas motrices: 31-35/36-600-690-695-698  
 Ruptor: 487-489/91-499-500-502-514

Segmentos: 73/77  
 Seguridad vial: 11  
 Seguridad pasiva: 13  
 Selenoide: 541  
 Semiárboles: 610  
 Semicabeza: 82  
 Semiejes: 696  
 Semirremolque: 712-714-718  
 Separadores: 468-472  
 Servodirección: 789-799-817  
 Servofreno: 868/69  
 Silenciador o silencioso: 218-219  
 Silentbloc: 688-728  
 Silicona: 352-354  
 Símbolos: 587  
 Sincronizadores: 652  
 Sistema de alimentación: 22-142/330  
 Sistema de alumbrado: 555/56  
 Sistema de distribución: 21-93  
 Sistema de encendido: 27-286-463-464  
 Sistema de inyección: 156/167  
 Sistema de lubricación: 24-396/462  
 Sistema de mando de embrague: 613  
 Sistema de mando de las velocidades: 675  
 Sistema de mando de los embragues: 633  
 Sistema de mando del árbol de levas: 113  
 Sistema de refrigeración: 23-331/395  
 Sistema de transmisión: 600  
 Sistema puesta en marcha: 539  
 Sistemas auxiliares de frenado: 926  
 Sistemas de acc. de la distribución: 124-129-131  
 Sistemas de mando de frenado: 853  
 Sistemas eléctricos: 463/599  
 Sistemas eléctricos auxiliares: 579-463  
 Sobrealimentación: 288  
 Sobrepesores: 877  
 Sodio solido: 104  
 Solapo: 153/155  
 Solenoide: 255-545  
 Sombbrero: 82  
 Sonda lambda: 259-260-324  
 Soplador de aire: 276  
 Starter: 283-284  
 Surtidor: 270-277  
 Surtidor auxiliar: 277  
 Suspensión: 5-38-722-742-754-761  
 Suspensión adaptativa: 773.1  
 Suspensión con eje rígido: 747  
 Suspensión conjugada: 752  
 Suspensión delantera: 743  
 Suspensión hidráulica: 723  
 Suspensión independiente: 750/51  
 Suspensión inteligente: 753.1  
 Suspensión mecánica: 723/24-756  
 Suspensión neumática: 723-761  
 Suspensión oleoneumática: 723  
 Suspensión trasera: 746  
 Sustitución del aceite: 449-450-451  
 Sustitución filtro aceite: 455-456

## S

S.A.E: 433/37  
 Sales: 474  
 Salida (ángulo): 802-805-809  
 Satélite: 661/64-694-699  
 Secundario: 485

## T

Tacógrafo: 579-597/98  
 Talones: 954  
 Tambor: 832/33-835-836-841-862  
 Tapa: 493/94  
 Tapa de balancines: 67  
 Tapón de vaciado del aceite: 66-401-460  
 Tapones: 476  
 Tapones de llenado: 471  
 Taques: 119-128  
 Temperatura: 23-128-185-258-286-331-361-437-482  
 Tensión: 464-474-473-484-490-495-499-501-533  
 Termocontacto: 351-360  
 Termómetro: 367-929  
 Termorresistencia: 369  
 Termostato: 361/65  
 Testigo luminoso de la temperatura: 368  
 Testigos: 537-579-595  
 Testigos luminosos: 590  
 Tiempo de admisión: 146-217-245-286  
 Tiempo de combustión: 148-277-286  
 Tiempo de compresión: 147-286  
 Tiempo de escape: 149-286  
 Tiempo de expansión: 148  
 Tiempo frío: 213-252-283-327-361-416  
 Tiempo motor: 148  
 Timonería: 781  
 Tipos de aceite: 429  
 Tipos de cámara de compresión: 95  
 Tipos de estructura: 16  
 Tipos de motores de automóviles: 143  
 Tobera del inyector: 212-213  
 Toma constante: 653  
 Toma de fuerza: 665  
 Tornillo de relaje: 259-260  
 Tornillo de riqueza: 275  
 Tornillo de velocidad: 275  
 Tornillo sinfín: 786/87  
 Tracción: 31-36-602  
 Tracción a las cuatro ruedas: 703  
 Tractocamión: 710  
 Transistor: 512/13  
 Transmisión: 5-31-600  
 Transmisión directa: 602-604-659-682  
 Transmisión total: 31-36-605  
 Trapecio articulado: 743/44  
 Traslado: 153/54  
 Trinquete: 874  
 Trompo: 877  
 Tubeless: 948-960-963  
 Tuberías: 209  
 Tubo de escape: 327  
 Tubular: 340  
 Turbina: 630-293/294-381  
 Turbo-compresor: 293-298  
 Turbo-embrague: 627

## U

UEC: 251-254-260-324  
 Unidad electrónica de control: 251-260-324  
 Utilización caja de velocidades: 672/74

## V

Válvula antiretorno: 913  
 Válvula de aguja: 211  
 Válvula de aguja cónica: 211-212  
 Válvula de descarga: 419-911  
 Válvula de drenaje: 880-906  
 Válvula de mariposa: 272-932  
 Válvula de membrana: 279  
 Válvula de neumático: 959-960  
 Válvula de paso: 910  
 Válvula de protección: 908  
 Válvula de seguridad: 880-884-908  
 Válvula dosificadora: 241  
 Válvula limitadora de presión: 419  
 Válvula reguladora de presión: 240-908  
 Válvula termostática: 361  
 Válvulas: 101/09  
 Válvulas de admisión: 100-128-146  
 Válvulas de escape: 100-128-147  
 Válvulas de inyección: 249/259  
 Válvulas de seguridad: 372  
 Valvulina: 435-678-694  
 Vapor: 373-426-923  
 Varilla de nivel: 401-452  
 Varilla empujadora: 112-119-121  
 Vaseline: 474  
 Vaso de expansión: 372-386  
 Vasos: 468-473  
 Vástago: 101  
 Velocidades: 654-659  
 Velocímetro: 579-592-650-658  
 Ventajas del turbo compresor: 303  
 Ventilación del sistema de lubricación: 426-427  
 Ventilador hidráulico termorregulado: 352/54  
 Ventilador termostático: 352  
 Ventilador viscoso: 352-355/59  
 Venturi: 266-270-271  
 Vibraciones: 824  
 Viscosidad: 433-443  
 Vitriolo: 475  
 Volante de inercia: 90-91-507-612  
 Volante de la dirección: 777/78-815/17  
 Volante del cigüeñal: 507  
 Volante motor: 90-91-237-507-612  
 Voltaje: 472/73-476/77-491-533  
 Voltímetro: 579-594  
 Voltios: 464  
 Volumen de un cilindro: 220-222

## X

Xénon: 569

## Y

Yunque: 487-488-500

## Z

Zapatatas: 832-834/37-842-826