

Diseño y maquetación: ANETO-ETAI 2000

Coordinador General: D. Hermógenes Gil Martínez

EDICION 1999

© CULTURAL, S. A.

Edita: CULTURAL, S. A.

Polígono Industrial Arroyomolinos.

Calle C, núm. 15, Móstoles.

MADRID - ESPAÑA

Imprime: Inmagrag

ISBN: 84-8055-265-4 (obra completa)

ISBN: 84-8055-266-2 (tomo I)

Depósito legal: M. 27.843-1999

IMPRESO EN ESPAÑA - PRINTED IN SPAIN

R
629.331(035)
H294m
E.1
0



I. T. S. E.
INVENTARIOS

FECHA INGRESO 27/03/2000
FORMA Donación
DEPENDENCIA Dist. Ec.
[Signature]
F. END. INVENTARIOS

ESCUELA POLITECNICA
DEL EJERCITO
BIBLIOTECA ESPE-L
LATACUNGA

No. 0163 Fecha: 2001
Precio: Donación:

SUMARIO

EL AUTOMÓVIL	5
EL MOTOR	8
PARTES PRINCIPALES DE UN MOTOR BÁSICO Y CARACTERÍSTICAS DEL MISMO	7
UNIDADES PRINCIPALES DEL MOTOR	20
FORMAS CONSTRUCTIVAS DEL MOTOR	25
4 VÁLVULAS	49
ALIMENTACIÓN DE LOS MOTORES ENCENDIDOS POR CHISPA (GASOLINA)	98
SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	133
SISTEMAS DE INYECCIÓN MONOPUNTO	179
SISTEMAS DE INYECCIÓN MULTIPUNTO RENIX-MOTRONIC	202
SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA DE GASOLINA (GDI)	223

EL AUTOMÓVIL

El automóvil en la actualidad se ha convertido en un complemento indispensable de nuestras vidas. El parque automovilístico mundial se ha desarrollado de una manera espectacular a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. Llegando a pasar de 63 a los más de 500 millones de automóviles que circulan por nuestro planeta. Desde que en 1910 la empresa Ford puso en marcha la primera cadena de producción en serie en los Estados Unidos con su modelo "T", la industria del automóvil no ha parado de mejorar y perfeccionar este medio de transporte gracias a los continuos logros tecnológicos que así lo han permitido. En la actualidad son muchas las marcas que compiten para innovar un producto que capte la atención y pueda merecer la gracia del comprador. Para ello, los fabricantes se esfuerzan por ampliar

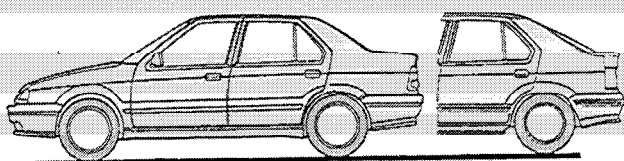
sus ofertas y así poder adaptarse a las necesidades y gustos de cada cliente, para que de esta manera puedan satisfacer ampliamente sus exigencias. A los gustos del usuario (estéticos, económicos, de seguridad, de confort, etc.), se han sumado ahora los de los gobiernos, que quieren evitar a toda costa las repercusiones medioambientales negativas que puedan derivarse del uso del automóvil. En la actualidad están obligando a los constructores mediante nuevas normas a que consigan unos resultados más ecológicos en cuanto a emisiones, consumos, ruidos, materiales reciclables, etc. Todo esto está suponiendo continuos cambios en los componentes y las técnicas que se utilizan. Este es un motivo más para que estas guías permitan al lector conocer como son y de que forma se trabaja actualmente en los automóviles modernos.



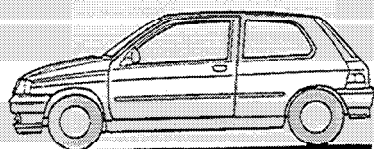
A continuación, podemos ver varios tipos de automóviles para diferentes usos y aplicaciones. Desde la berlina, hasta los modernos monovolúmenes, pasando por los de gama media (4 ó 5 puertas, familiares), cabriolet, furgonetas, altas gamas y todo terreno.

Todos estos automóviles vendrán presentados según el tipo de carrocería, que podremos ver en el apartado que hace mención a TIPOS DE AUTOMÓVILES.

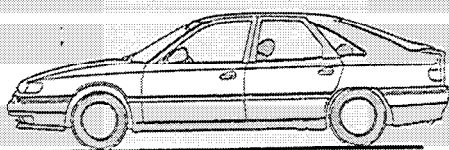
TIPOS DE AUTOMÓVILES



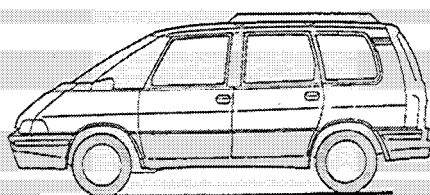
BERLINA (4 ó 5 puertas).



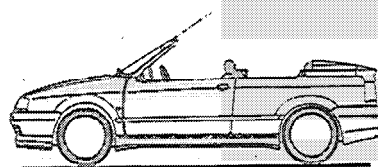
BERLINA (3 puertas).



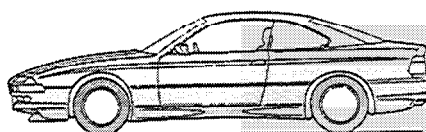
LIMOUSINE.



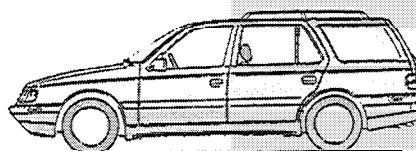
MONOVOLUMEN.



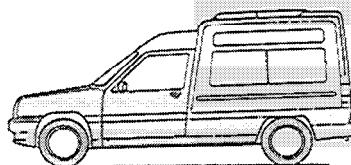
CABRIOLET.



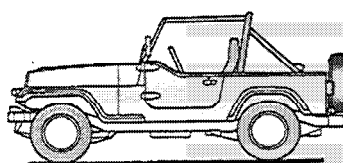
COUPÉ.



BREAK.



FURGONETA.



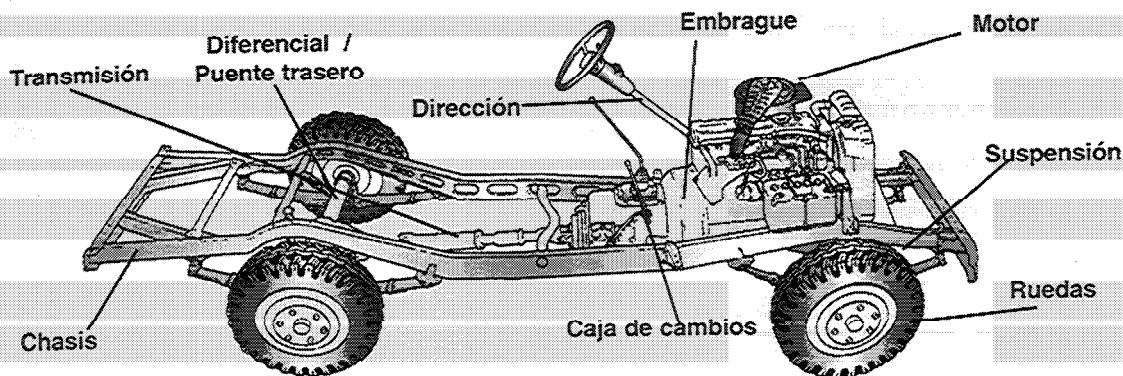
VEHÍCULO TODOTERRENO.

En el automóvil, la forma, dimensión y característica externas de la carrocería, confieren una de las identidades más fundamentales.

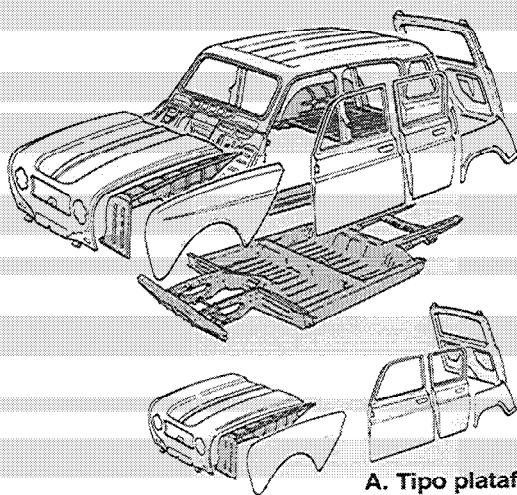
PARTES DEL AUTOMÓVIL

Como hemos podido ver, el automóvil, aparte de tener un nombre (marca), un uso específico (competición, todoterreno, etc.) y ser de un determinado tipo, está formado también por unas partes bien diferenciadas y que al igual que nuestro organismo cumplen una determinada función:

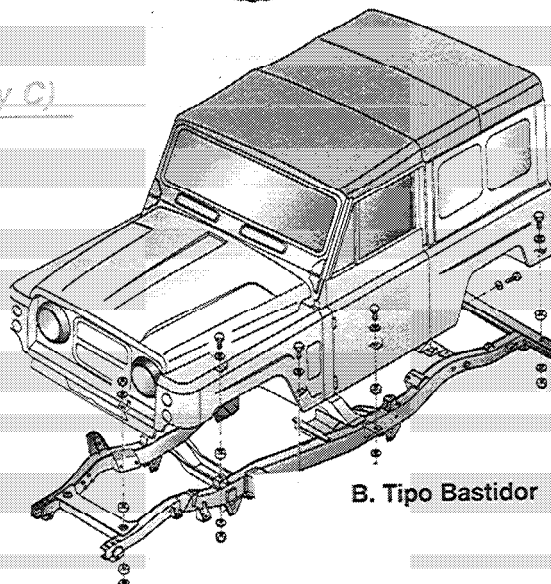
- Chasis.
- El motor.
- El embrague.
- La caja de cambios.
- La transmisión.
- El diferencial y puente trasero.
- Ruedas y frenos.
- La suspensión.



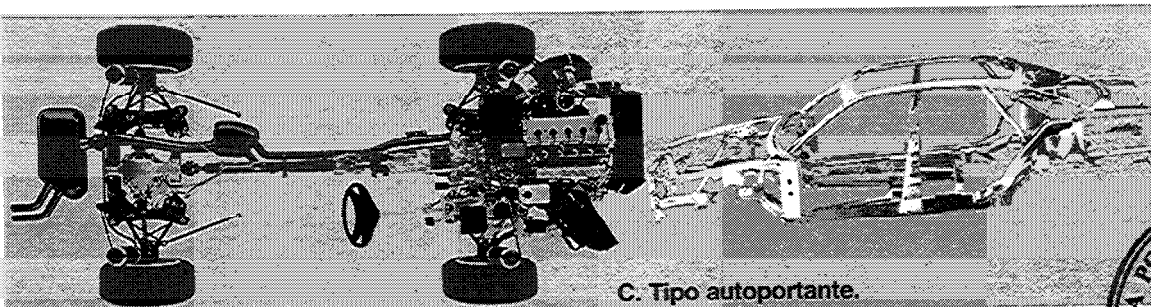
Diferentes tipos de carrocería (A, B y C)



A. Tipo plataforma



B. Tipo Bastidor



C. Tipo autoportante.

EL MOTOR

El motor del automóvil es el encargado de transformar la energía térmica que le proporciona un combustible (gas-oil, gasolina, etc.) en energía mecánica que posteriormente utilizará para poder desplazarse. Estos motores se llaman de combustión interna porque realizan su trabajo en el interior de una cámara cerrada mediante la aportación del calor producido al quemarse el combustible. En este caso, la presión de los gases de la combustión y el calor generado en su interior, provocan el movimiento de un mecanismo que se aprovechará como fuente de energía. Este principio, utilizado desde hace ya muchos años, continúa siendo el mismo que en la actualidad, aunque lógicamente mucho más avanzado en cuanto a diseño y tecnología.

CARACTERÍSTICAS

Los motores de combustión interna vienen determinados en función de una serie de características constructivas y de funcionamiento que las podemos clasificar:

1) Según el combustible empleado

Podrá ser líquido (gasolina, gasóleo) o gaseosos (hidrógeno, gas natural).

2) Según la forma de realizar la combustión

En el caso de los motores de gasolina, (fig. 1) la combustión se realiza cuando el émbolo o pistón se encuentra en el punto de máxima compresión de una mezcla de aire-gasolina. En este momento, la chispa que proporciona una bujía produce una deflagración con el consiguiente aumento de temperatura y presión en el pistón que será el encargado de realizar el trabajo motriz.

En los motores diésel, (fig.2) se introduce previamente aire en el cilindro y se comprime hasta que llega a un punto de máxima temperatura; a continuación, se inyecta a presión y pulverizado el combustible, con lo que se consigue la combustión con la fuerza necesaria para realizar su trabajo.

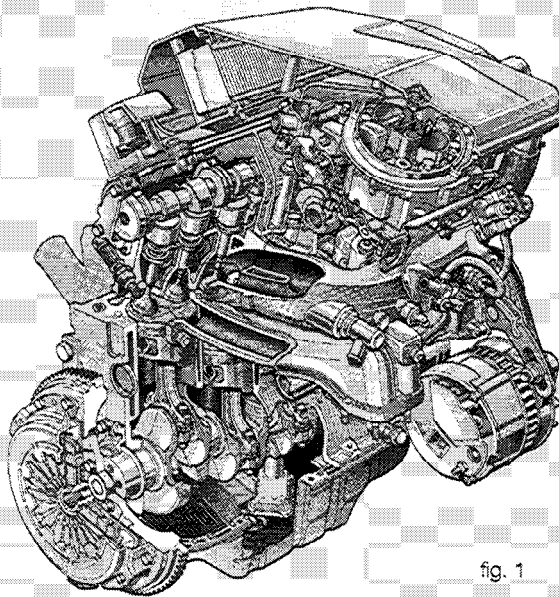


fig. 1

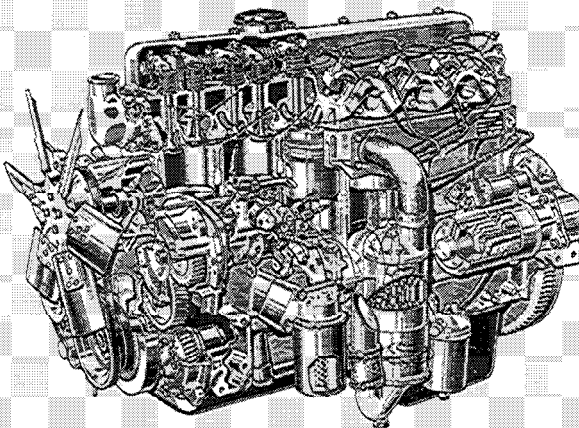


fig. 2

Entre el motor de gasolina y el diésel hay muchas funciones comunes, pero la forma en que se "alimentan" y "queman" sus respectivos combustibles les hace tener características constructivas diferentes.

3) Según el número de carreras del pistón en cada ciclo

De 2T (dos tiempos), cuando el pistón sube y baja una vez en cada ciclo (fig 3).

- A) lumbrera de admisión al cárter.
B) lumbrera de carg.
C) canalización de transferencia.
D) lumbrera de escape.

- 1- Admisión en el cárter.
- Compresión en el cilindro.
- El pistón va del PMI al PMS.
- 2- Explosión-expansión.
- Compresión en el cárter.
- El pistón va del PMS al PMI.
- 3- Barrido de los gases.

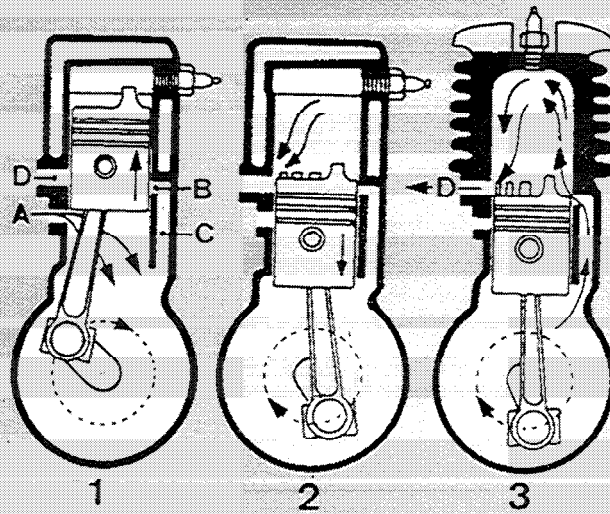
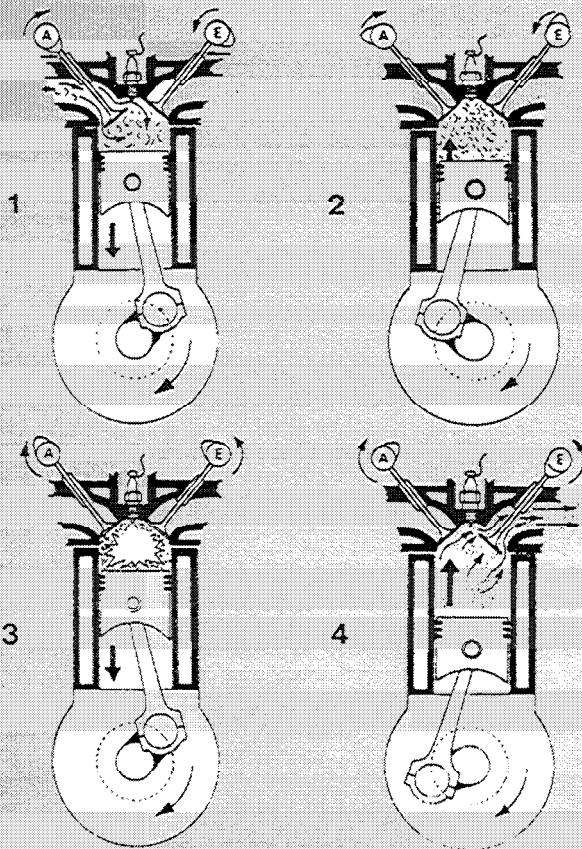


fig. 3

De 4T (cuatro tiempos), cuando lo hace dos veces por ciclo (fig. 4).



1. ADMISIÓN: Desciende el pistón de la parte superior a la inferior. La válvula de admisión está abierta y la mezcla aire-gasolina es aspirada por el pistón llenando el cilindro.

2. COMPRESIÓN: La válvula de admisión se cierra y el pistón sube comprimiendo la mezcla.

3. EXPLOSIÓN: Cuando la mezcla comprimida llega a la parte alta, salta una chispa en la bujía y la mezcla se quema y expande. La fuerza empuja al pistón a la parte inferior.

4. ESCAPE: Se abre la válvula de escape y salen los gases empujados por el pistón en su movimiento ascendente.

fig. 4

4) Según el número de cilindros

Diremos que es monocilíndrico si lleva uno o policilíndrico si lleva varios. Los más utilizados son los de cuatro, seis, ocho y doce cilindros.

5) Según la disposición de los cilindros (fig.5)

a) en línea.

b) de forma vertical.

c) en oposición .

d) de forma horizontal .

e) formando una V .

f) formando una W .

g) formando una estrella.

h) invertido.

i) en forma de U.

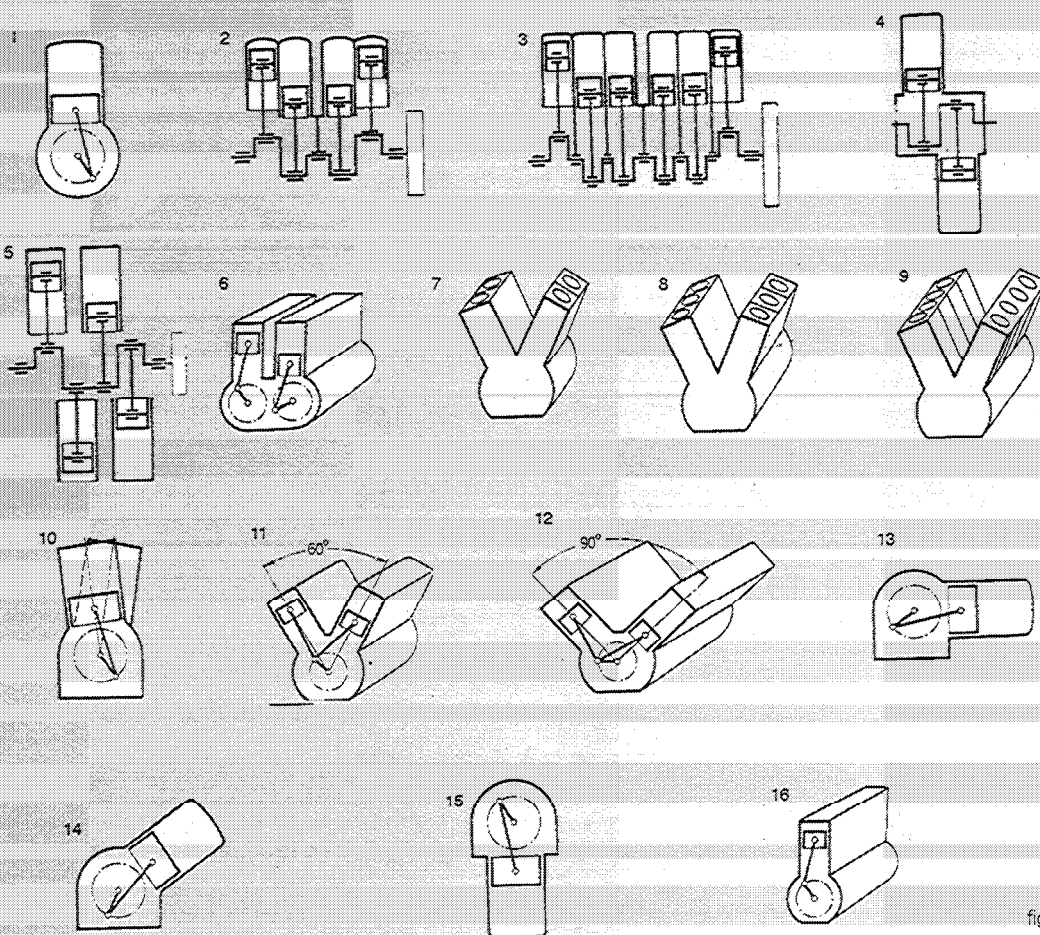


fig. 5

1. Motor monocilíndrico.

2. Motor de 4 cilindros en línea.

3. Motor de 6 cilindros en línea.

4. Motor de 2 cilindros horizontales.

5. Motor de 4 cilindros horizontales.

6. Motor de 2 filas paralelas de cilindros; motor en U.

7. Motor V 4.

8. Motor V 6.

9. Motor V 8.

10. Motor en V de ángulo agudo.

11. Motor en V a 60°.

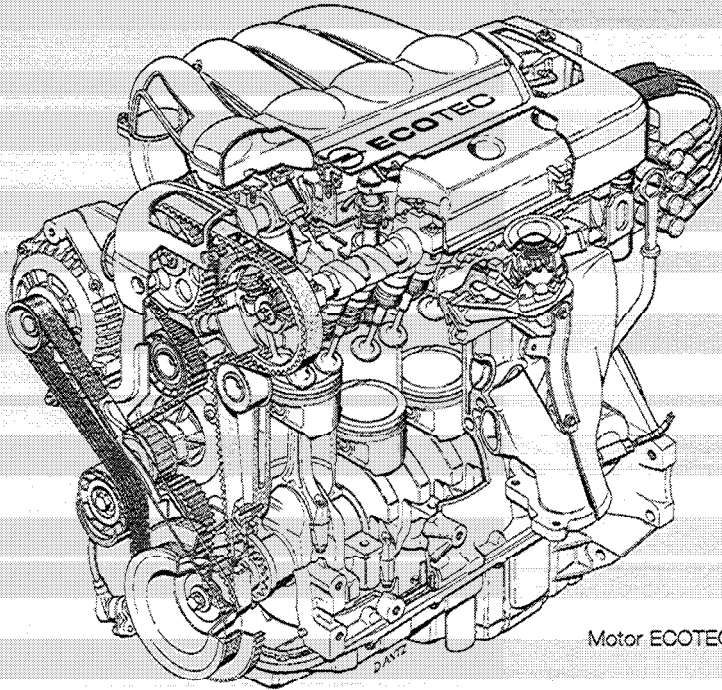
12. Motor en V a 90°.

13. Motor horizontal.

14. Motor inclinado.

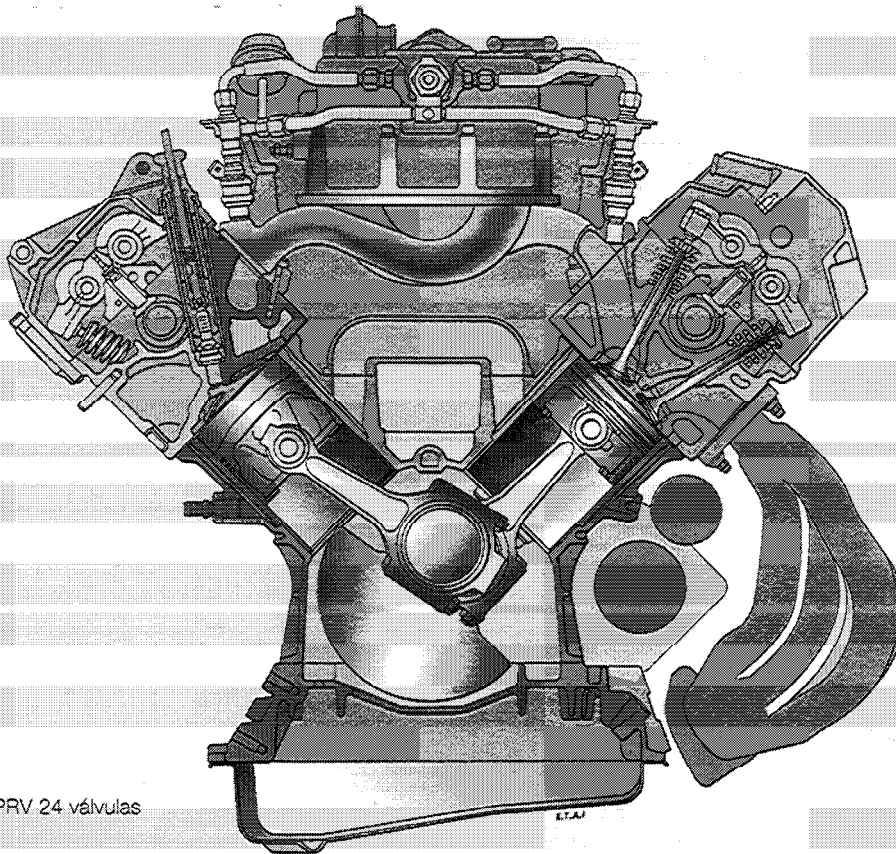
15. Motor invertido.

16. Motor vertical.

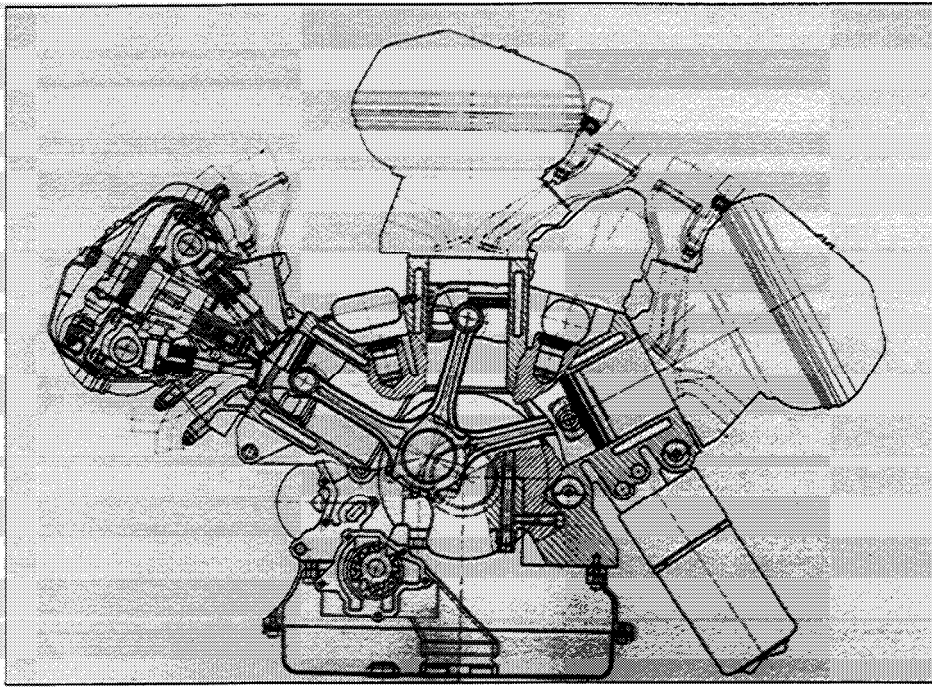


Motor ECOTEC-1.4 del Opel Tigra.

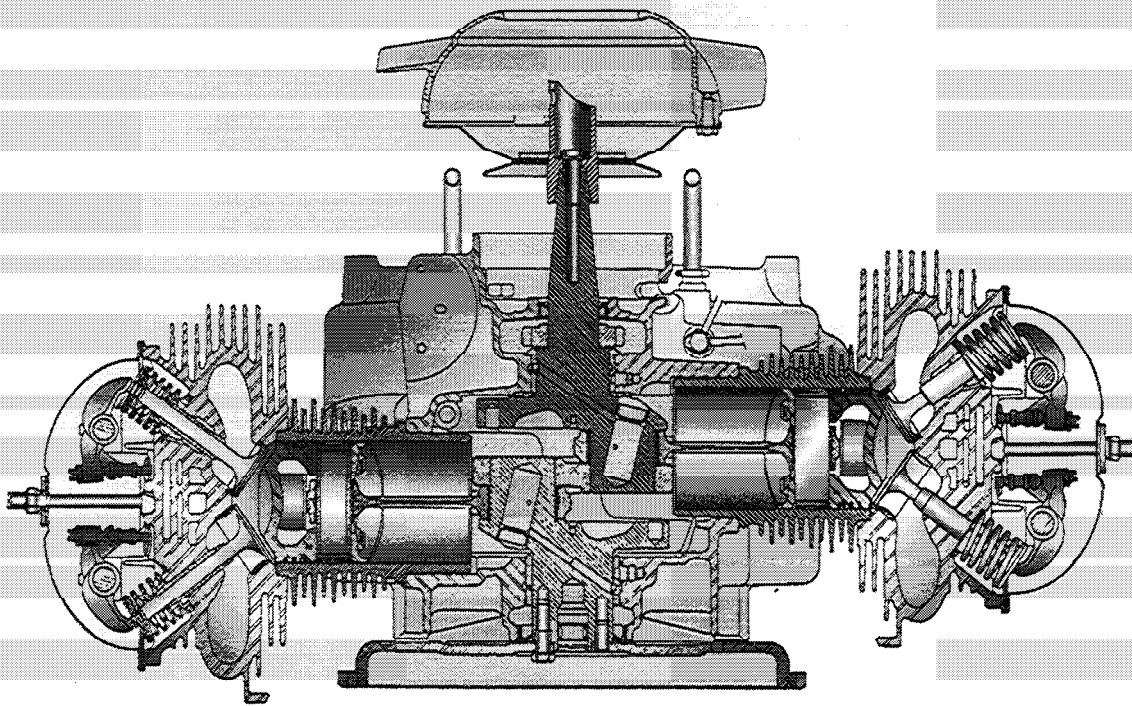
11



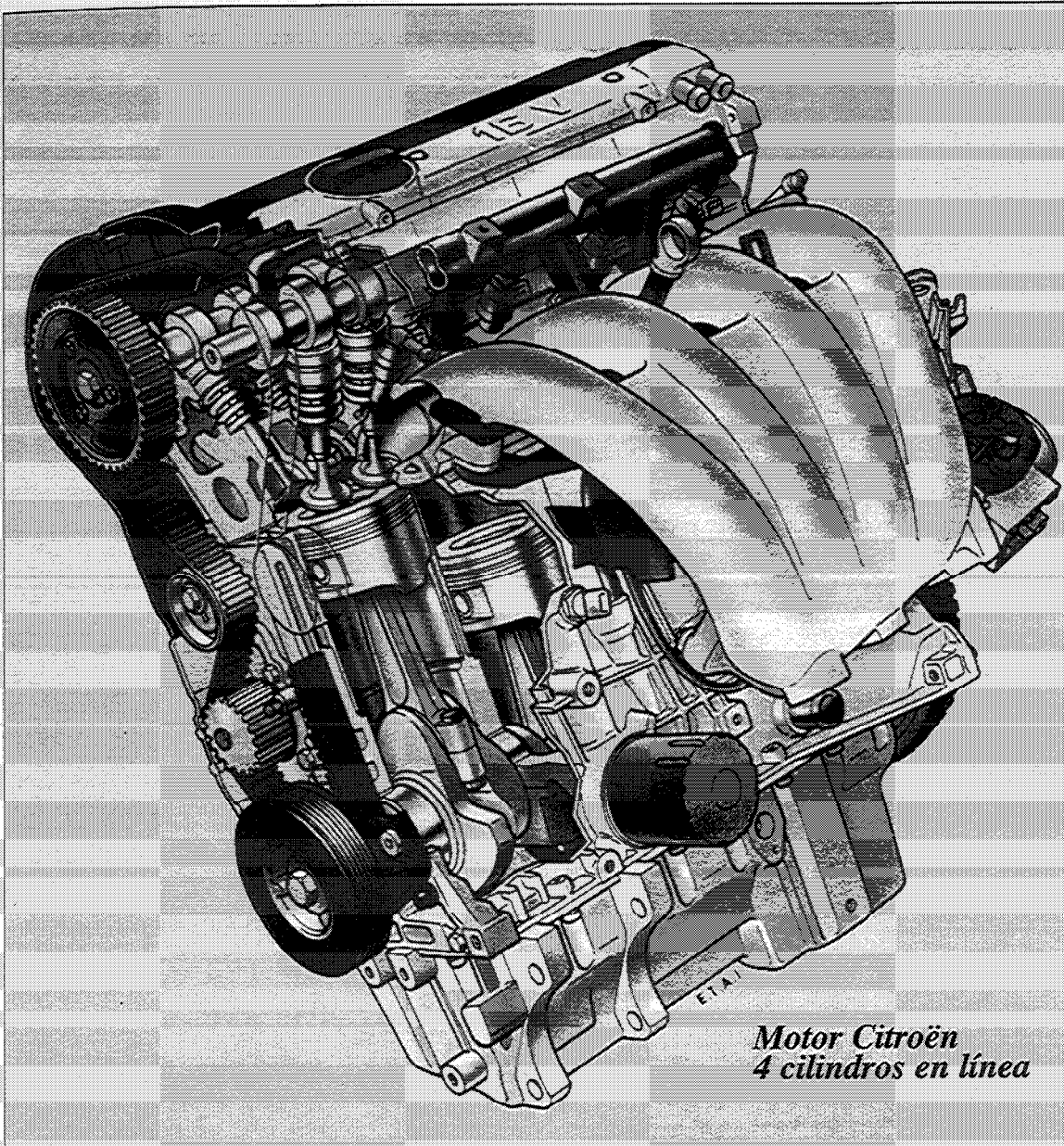
Motor V6 PRV 24 válvulas



Motor Audi V12

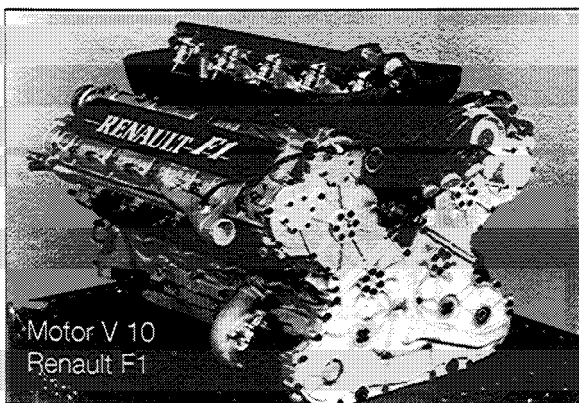


Motor Citroën de cilindros opuestos

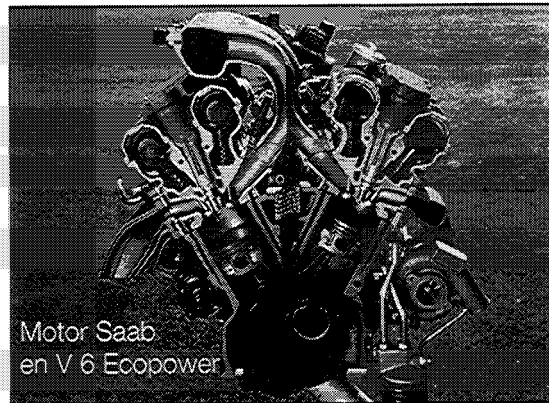


*Motor Citroën
4 cilindros en línea*

13

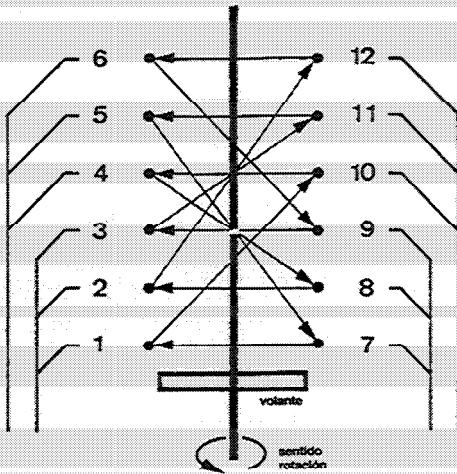


Motor V 10
Renault F1

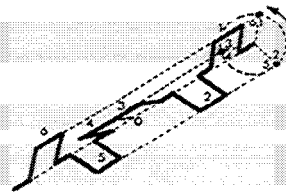


Motor Saab
en V 6 Ecopower

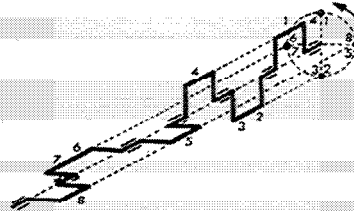
6) Según la disposición del cigüeñal y orden de encendido de los motores polí-cilíndricos. (fig. 6)



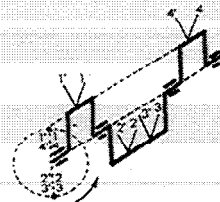
La regulación del par motriz y el equilibrado dinámico, obligan a seguir determinados órdenes de encendido para los diferentes cilindros, y obtener así mayor uniformidad de carga sobre los cojinetes de bancada (apoyos); también mejorar el llenado de los cilindros de una forma más regular.



Cigüeñal 6 cilindros en línea

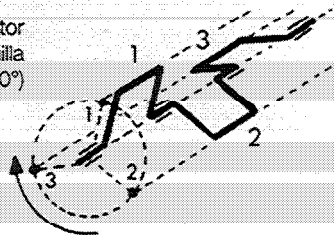


Cigüeñal 8 cilindros en línea



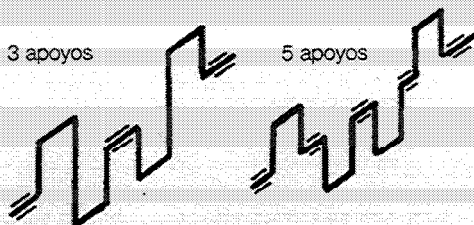
Cigüeñal 8 cilindros en V

Cigüeñal de un motor 3 cilindros (muñequilla desplazada a 120°)

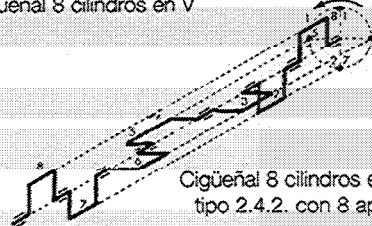


3 apoyos

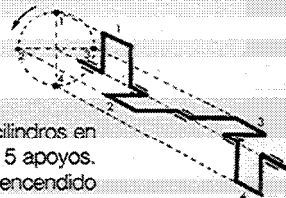
5 apoyos



Cigüeñal 4 cilindros en línea



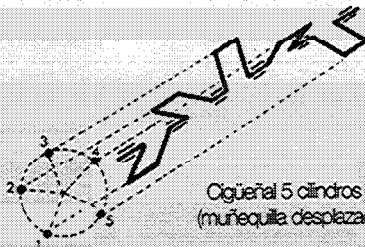
Cigüeñal 8 cilindros en línea tipo 2.4.2. con 8 apoyos



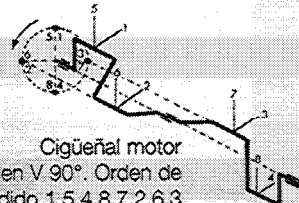
Cigüeñal 4 cilindros en V a 90° con 5 apoyos. Orden de encendido 1,3,4,2



Cigüeñal 6 cilindros en V a 120° con 7 apoyos. Orden de encendido 1,4,2,5,3,6



Cigüeñal 5 cilindros en línea (muñequilla desplazada a 72°)



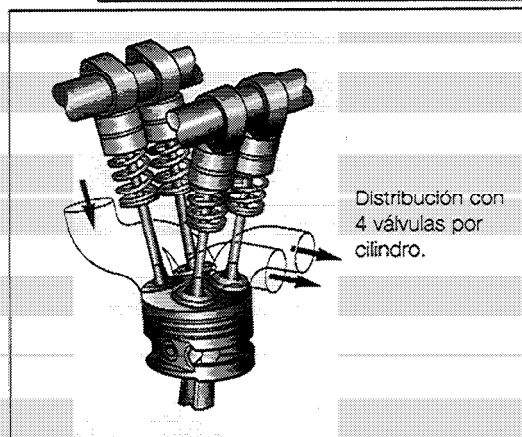
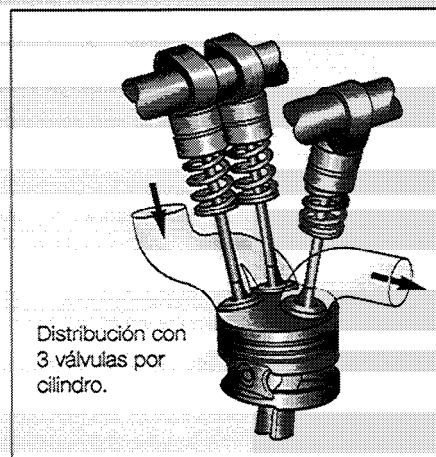
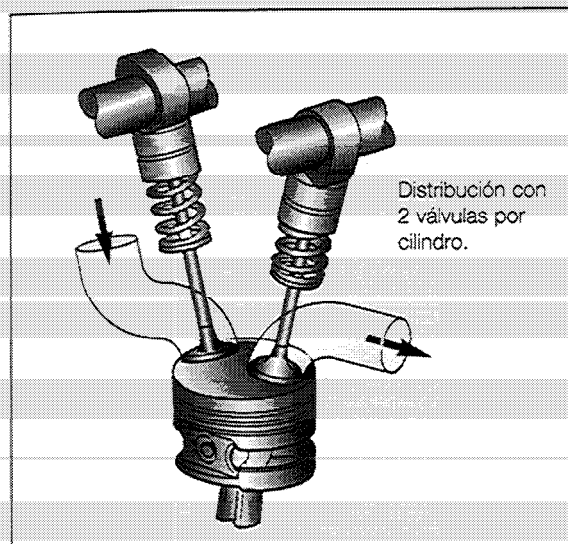
Cigüeñal motor 8 cilindros en V 90°. Orden de encendido 1,5,4,8,7,2,6,3

fig.6

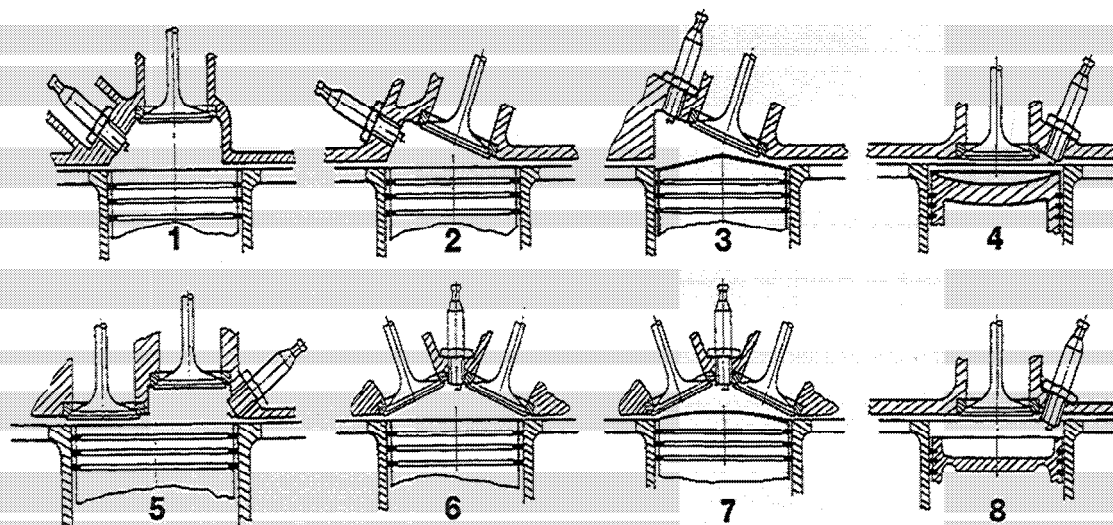
7) Según el número de válvulas por cilindro y su disposición en la cámara (fig. 7)

Los hay de 2, 3, 4 y hasta 5 válvulas por cilindro que por el número de cilindros del motor diremos que el motor en cuestión tendrá 8, 12, 16, etc... válvulas.

En cuanto a la disposición en la cámara según fig. 7, podemos ver varios ejemplos.



15



Formas de las cámaras de combustión.

- 1- de bañera.
- 2- de cuña.
- 3- culata plana.
- 4- de pistón.

- 5- con válvulas desplazadas.
- 6, 7- hemisféricas.
- 8- 'herón'.

fig. 7

8) Según el sistema de alimentación

- Motores de aspiración natural (atmosféricos);
(fig. 8)
- Motores sobrealimentados (turbo, compresor).
(fig. 9)

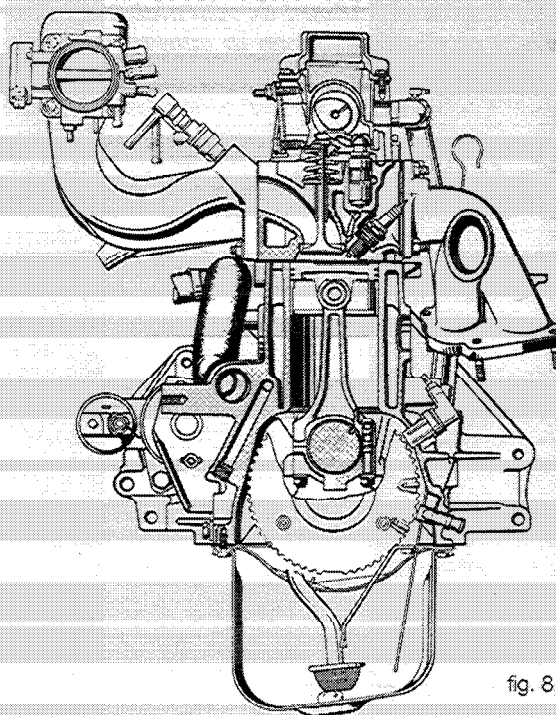
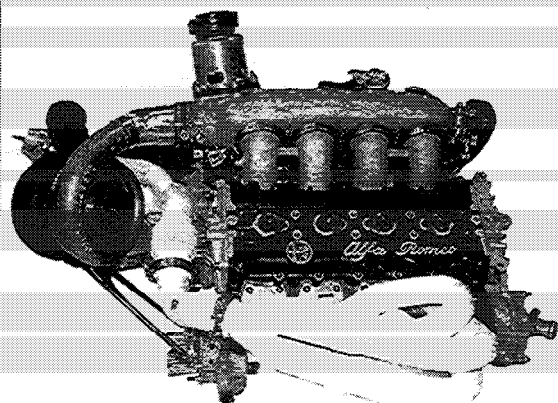


fig. 8

Los motores sobrealimentados permiten obtener una mejora en la potencia del motor al aumentar la densidad del aire que penetra en la cámara de combustión.

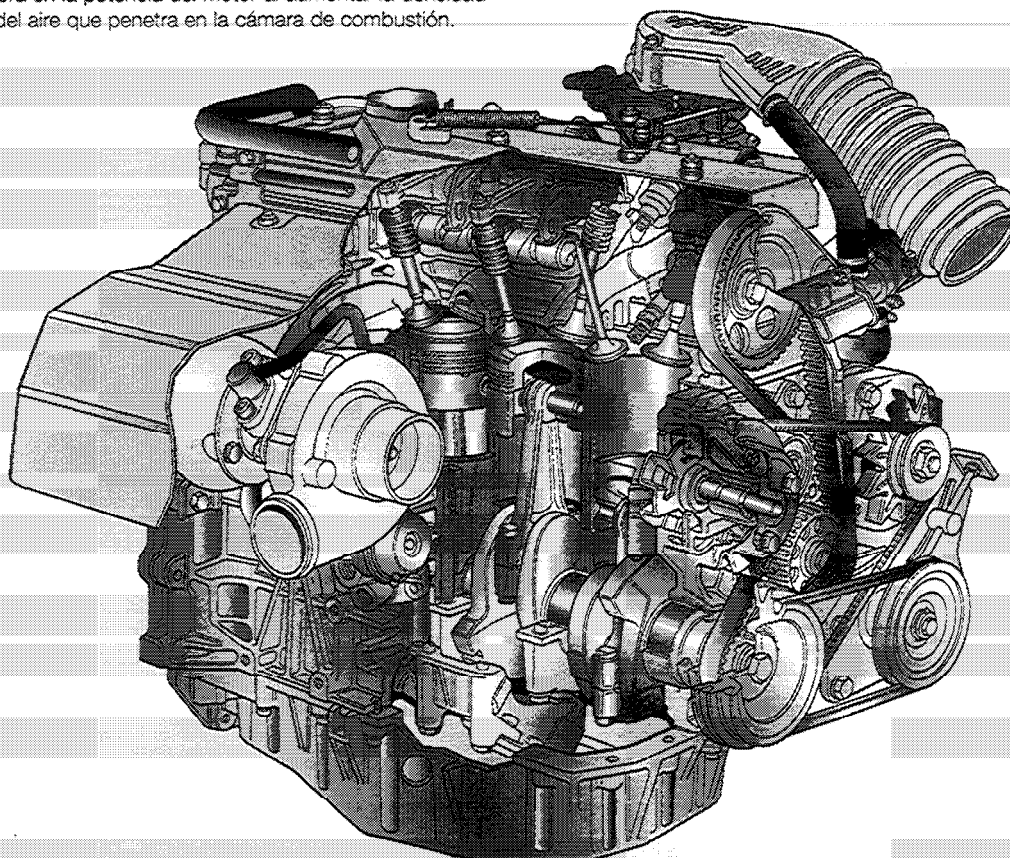
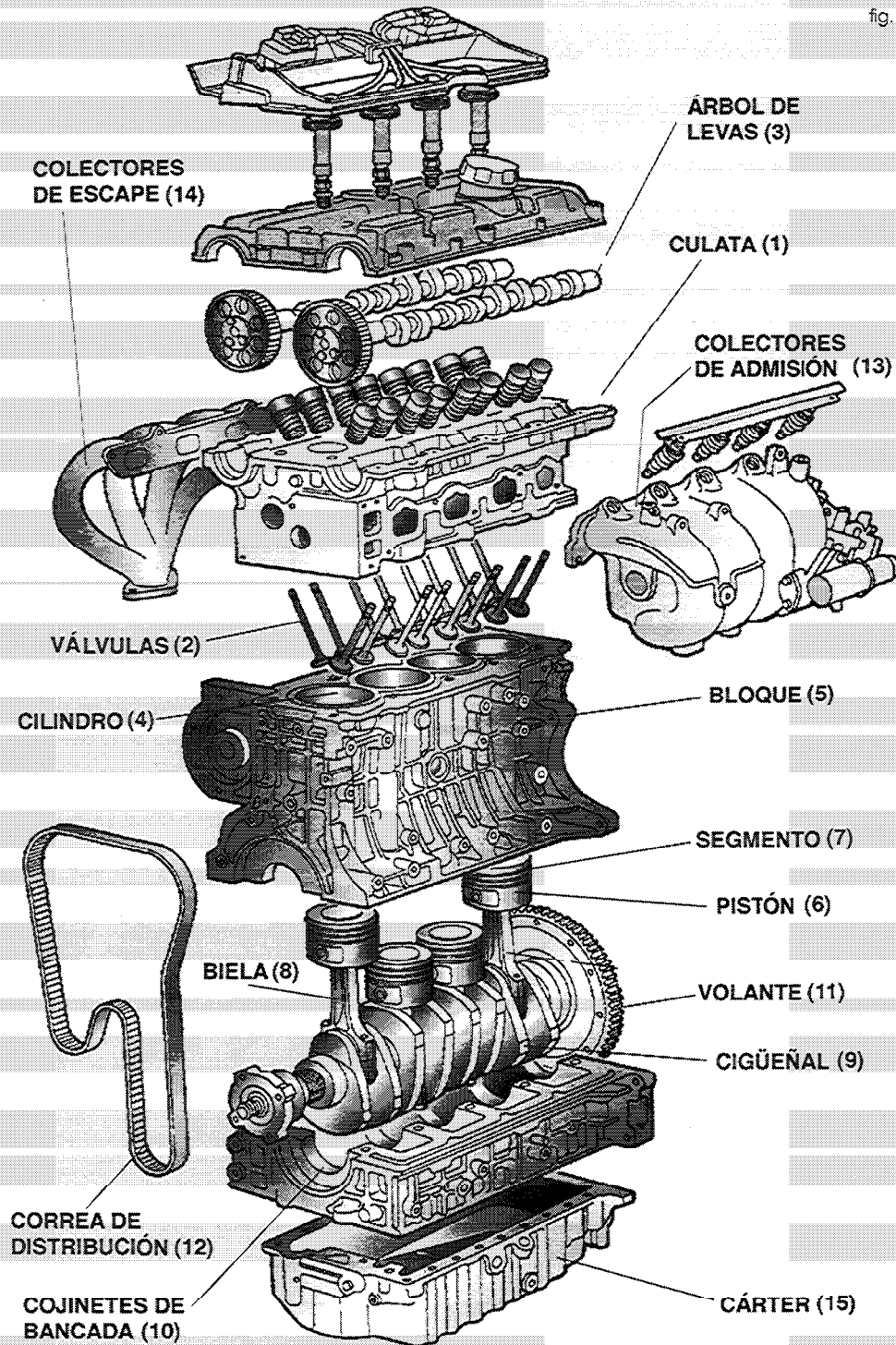


fig. 9

PARTES PRINCIPALES DE UN MOTOR BÁSICO Y CARACTERÍSTICAS DEL MISMO.

A continuación vamos a conocer las partes principales de un motor básico, es decir, de las que son comunes a los motores de combustión interna (fig. 10).

fig. 10



PARTES PRINCIPALES DE UN MOTOR BÁSICO

1.- **La culata**, situada en la parte superior del motor donde aloja a las válvulas y los conductos que canalizan la admisión y el escape. Cierra los cilindros.

2.- **Las válvulas**, que al abrir y cerrar se encargan de dar paso a la entrada de los gases (admisión) y dar salida a los gases quemados de la combustión (escape).

3.- **El árbol de levas**, que es el encargado de abrir y cerrar las válvulas. Está situado en la culata y es doble (en este caso).

4.- **Los cilindros**, donde suben y bajan los pistones. Pueden ir mecanizados en el bloque o enca-

18 misados.

5.- **El bloque**, es la estructura principal donde están los cilindros, se ubica la bancada y se asienta el cigüeñal.

6.- **Los pistones**, que se deslizan por los cilindros con movimiento rectilíneo alternativo.

7.- **Los segmentos**, que se encargan de conseguir un cierre hermético de la cámara de combustión y ayudan a disipar el calor.

8.- **Las bielas**, que transmiten el movimiento de los pistones al cigüeñal.

9.- **El cigüeñal**, que recibe la fuerza de los pistones por medio de la biela y la transforma en movimiento giratorio.

10.- **Los cojinetes de bancada**, sobre los que gira el cigüeñal dentro del bloque de los cilindros.

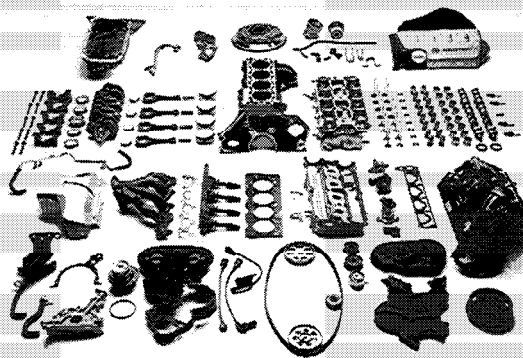
11.- **El volante**, que está unido al cigüeñal y proporciona la inercia necesaria para que el pistón vuelva a subir después del tiempo de explosión.

12.- **La correa de la distribución**, encargada de unir en giro sincronizado el movimiento del cigüeñal y árbol de levas.

13.- **Colectores de admisión**, son los que canalizan los gases de entrada a los cilindros.

14.- **Colectores de escape**, conduce los gases quemados de la combustión desde la culata al exterior.

15.- **Cárter de aceite**, es el recipiente donde se aloja el aceite de engrase y está situado en la parte inferior del bloque.



Términos utilizados para el estudio del motor :

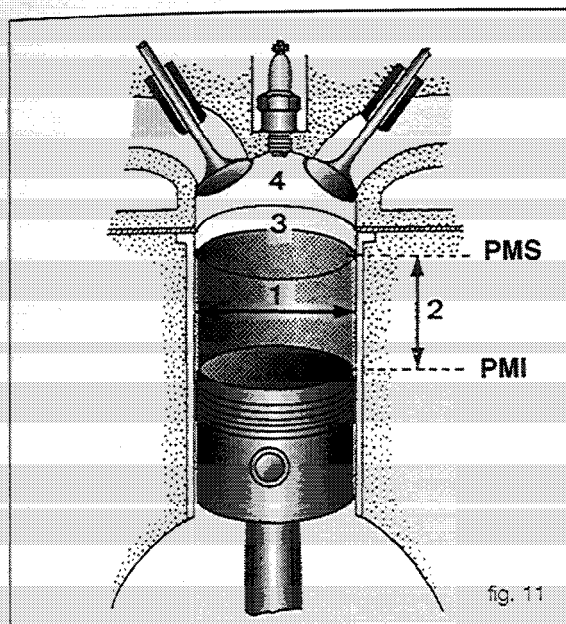


fig. 11

Punto muerto superior (P.M.S.)

Cuando el pistón se encuentra en la posición más elevada del cilindro (fig. 11).

Punto muerto inferior (P.M.I.)

Cuando el pistón se encuentra en la posición más baja del cilindro (fig. 11).

Diámetro o calibre (1)

Diámetro interior del cilindro (generalmente en mm) (fig. 11).

Carrera (2)

Distancia entre el P.M.S. y el P.M.I. (en mm) (fig. 11).

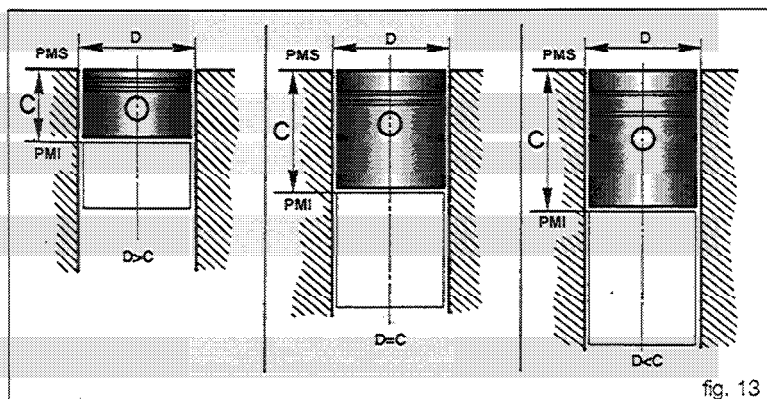


fig. 13

Volumen desplazado por el pistón o cilindrada unitaria (V) (3)

Es el volumen que desplaza el pistón del P.M.I. al P.M.S. (fig. 12).

Volumen de la cámara de combustión (v) (4)

Volumen comprendido entre la cabeza del pistón en P.M.S. y la culata (fig. 12).

Volumen total del cilindro (V+v)

Volumen comprendido entre la culata y el pistón cuando este está en el P.M.I. (fig. 12).

Relación volumétrica

Relación entre el volumen total del cilindro (V) y el volumen de la cámara de combustión (v) (fig. 12).

Cilindrada

Es la suma de los volúmenes de todos los cilindros de un motor. Se expresa en cm³.

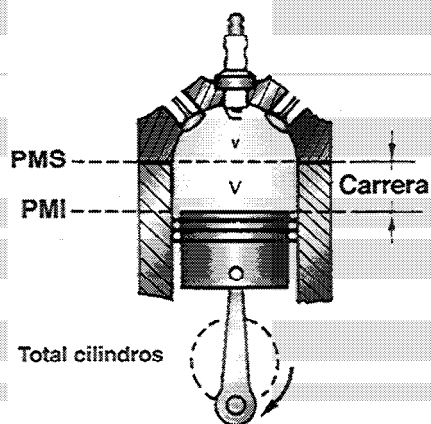


fig. 12

$$\frac{V+v}{v} = \text{Total cilindros}$$

En función de la longitud de carrera y diámetro diremos que un motor es (fig. 13):

- Cuadrado.
- Supercuadrado.
- Alargado.

C= Carrera
D= Diámetro

Cuando C/D

< 1 supercuadrado
= 1 cuadrado
> 1 alargado

UNIDADES PRINCIPALES DEL MOTOR**MASA Y PESO**

La masa y el peso suelen confundirse a menudo. La masa es la cantidad de materia de que está formado un cuerpo. El peso es la medida de la fuerza en que es atraída la masa de este cuerpo por la gravedad de la Tierra. Por poner un ejemplo, diremos que un hombre tiene la misma masa aquí que en la Luna, pero su peso es mucho menor en la Luna que en la Tierra. El efecto de la fuerza de la gravedad es determinante.

FUERZA

Es una forma de energía capaz de hacer cambiar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo.

Si el cuerpo está en reposo, puede ponerlo en movimiento o deformarlo.

Si el cuerpo está en movimiento, la fuerza modifica este movimiento o lo para.

La unidad de fuerza es el Newton (N)

Si una fuerza F la aplicamos sobre un cuerpo y lo desplazamos una distancia o longitud L , diremos que ha efectuado un trabajo W .

$$W = F \times L$$

La unidad de trabajo es el Julio (J)

Es, por definición el trabajo que produce la fuerza de 1 Newton que desplaza su punto de aplicación 1 m en su dirección y sentido.

$$1 \text{ Julio} = 1 \text{ Newton} \times 1 \text{ metro}$$

POTENCIA

La noción de potencia está ligada a la noción de trabajo y de tiempo. Por definición, la potencia P de una máquina es igual al trabajo W desarrollado por esta máquina dividido por el tiempo t empleado en realizarlo.

$$P = W : t$$

La unidad de potencia es el Watt (vatios)

o su múltiplo el Kilovatio (KW) = 1000 Watios

$$1 \text{ Watio} = 1 \text{ Julio} : 1 \text{ segundo}$$

También suele utilizarse como unidad de potencia el caballo (CV o bien HP)

$$1 \text{ CV} = 0,7355 \text{ KW}$$

En el motor la definimos como la que es capaz de proporcionar un número determinado de revoluciones por minuto.

La potencia desarrollada por un motor depende de sus características constructivas, así como de una serie de factores que inciden en el proceso de transformación de la energía.

- relación de compresión y grado de calidad del ciclo.
- grado de llenado de los cilindros.
- cilindrada.
- n° de cilindros.
- n° de revoluciones.

PAR MOTOR

Toda fuerza aplicada a un brazo de palanca origina en este un par.

En el motor de explosión, llamamos par motor al esfuerzo de giro aplicado al codo del cigüeñal por la fuerza de la explosión que le transmite el conjunto biela-pistón. Cuanto mayor sea la presión de empuje sobre el pistón, mayor será el par. El par máximo se encuentra a un régimen intermedio, nunca al régimen máximo del motor; el objetivo de los fabricantes en la actualidad es conseguir un par máximo lo más uniforme posible a lo largo de todos los regímenes de giro. El punto donde se consigue el par máximo es el que consigue la mejor combustión.

La unidad de par es el Newton-Metro**PRESIÓN**

Llamamos presión P , a la fuerza F que se ejerce sobre una superficie S .

$$\text{Por definición } P = F/S$$

La unidad de presión es el Pascal (Pa), el Newton/m² (N/m²) o el bar.**DENSIDAD**

La densidad es la masa de cada unidad de volumen de un cuerpo. Si la masa de un cuerpo es m y su volumen v , la densidad viene dada por la fórmula:

$$d = m / v$$

La unidad de densidad es el Kg/dm³

REVOLUCIONES

El régimen de giro del motor está limitado por las fuerzas de inercia originadas por el movimiento alternativo del pistón y del tiempo de que pueda disponer para la combustión de la mezcla. Este es menor en los vehículos de gasolina, lo que le permite desarrollar un mayor número de revoluciones frente al diésel, que es más lento.

El número de revoluciones limita un llenado correcto de los pistones y, por tanto el rendimiento volumétrico. A una mayor velocidad, los gases han de entrar más rápidos ya que disponen de menos tiempo.

$n = \text{régimen motor (r.p.m.)}$

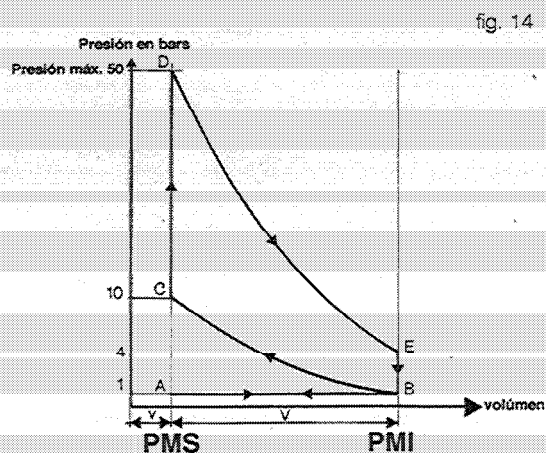
Tabla de correspondencia entre antiguas y nuevas unidades de medición

	Nueva unidad "Sistema S.I."	Múltiplos	Antiguas unidades	Correspondencia	Observaciones
Fuerza	Newton (N)	decanewton (daN)	kilogramo-fuerza (kgf)	1 kgf=9,8 N 1 kgf=0,9 daN	1 daN 10 N escritura incorrecta: 1 kg
Par	Newton-metro		metro-kilog.-fuerza (m kgf)	1 m kgf=9,8 Nm 1 m.kgf=0,98 daNm	ex.: 10 mkgf=98 N.m ó 10 da Nm a 2% aprox.
Trabajo	Joule (J)	kilojoule (kJ)	kilogramo-fuerza-metro (kgfm)	1 kgf m= 9,8 J	1 vatio-hora=3 600 J
Cantidad de calor	Joule (J)		Caloría		1 caloría=4,1855 J
Potencia	Vatio (W)	kilovatio (kW)	Caballo (CV)	1 CV = 736 W 1 CV = 0,736 kW 1 KW = 102 kg m/seg.	1 caballo(CV)=antigua unidad "caballo-vapor" no se ha de confundir con 1 CV (caballo- vapor en leguaje fiscal)
Presión u obligada (resistencia materiales)	Pascal (Pa) o Newton por metro-cuadrado (N/m ²)	bar (bar) hectobar (hbar)	kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado (kgf/cm ²) kilogramo-fuerza por milímetro cuadrado (kgf/mm ²)	1 bar= 100.000 Pa 1 hbar= 100 bars 1 kgf/cm ² = 0,98 bar 1 kgf/mm ² = 0,98 Hbar	ex.: 10 kgf/cm ² 9,8 bar ó 10 bars a 2% aprox. Presión atmosférica: = 101,325 Pa = 101,325 Pa = 1,013 milibars = 1,013 bar
Temperatura	Kelvin (K) grado Celsius (°C)				Las antiguas denominaciones de °Celsius luego en grados Centígrados más tarde en grados centesimales 0°C=273,15 K
Masa	kilogramo (kg)	tonelada (t)	kilogramo-peso gramo (g)	1 kgp = 1kg (kgp)	No se debe confundir peso y masa

ESTUDIO TERMODINÁMICO

Diagrama teórico:

En él se representa el ciclo ideal de funcionamiento del motor de 4 tiempos mediante un diagrama (presión, volumen) donde quedan reflejadas las transformaciones termodinámicas (fig. 14):



a) **Admisión:** el cilindro se llena de la mezcla del gas a la presión atmosférica. Se representa por la sección AB del diagrama.

b) **Compresión:** Las válvulas se cierran y al subir el pistón, comprime la mezcla, de manera que consigue una presión de 10 bar. al final de la compresión del gas. Es la sección BC del diagrama.

c) **Explosión-Expansión:** Con los gases comprimidos y el pistón en P.M.S., se produce la chispa que va a hacer quemar la mezcla y hace aumentar la presión de 50 a 60 bar. Es la sección CD del diagrama.

La fuerte presión generada hace que el pistón descienda y se produzca una caída de presión hasta unos 4 bar. Es la sección DE del diagrama.

d) **Escape:** la válvula de escape se abre y la presión se estabiliza al valor atmosférico (1 bar).

Diagrama práctico

En el anterior diagrama hemos descrito el ciclo ideal del motor de encendido por chispa. Un motor como el anterior, daría un diagrama práctico como el que se desarrolla a continuación (fig.15):

Como puede verse por su recorrido (línea continua) en comparación con el anterior (línea de trazos) no se corresponden por una serie de factores:

La combustión no es instantánea (dura aproximadamente 0,002 segundos) y no se realiza a volumen constante.

Los gases tienen una inercia y soportan pérdidas de carga (disminución de presión y velocidad) en su recorrido por los conductos de admisión.

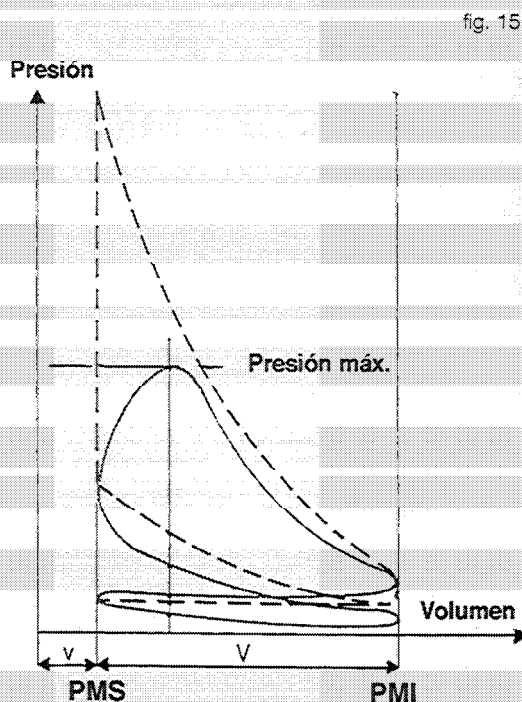
Parte del calor generado por la compresión y la combustión se pierde a través de las paredes del cilindro.

La apertura y el cierre de válvulas no se produce de manera instantánea:

Los equilibrios de presión entre el exterior y el interior no son inmediatos.

Al final de la expansión, la presión aún no es elevada, por tanto se crea una contrapresión en el escape que se opone a la salida del pistón.

Todas estas condiciones dan como resultado unas cifras de presión que no tienen nada que ver con las que teóricamente habíamos calculado en el diagrama teórico. Esto obliga a realizar una serie de modificaciones en el funcionamiento teórico para que podamos conseguir un ciclo práctico mejor y que veremos más adelante en el apartado que hace mención al diagrama de la distribución.



TRANSFORMACIONES DEL MOTOR

Rendimientos de un motor (fig. 16).

Al hablar del motor térmico, decíamos que era el encargado de transformar la energía química de la gasolina en mecánica para desplazar el vehículo. En este proceso, siempre existe una serie de pérdidas de energía que hemos de tener en cuenta:

- pérdidas mecánicas (rozamiento).
- pérdidas térmicas (escape, refrigeración).

Llamamos rendimiento de un motor a la relación entre la cantidad de energía aportada y la que suministra.

Hay que tener en cuenta algunos de los siguientes rendimientos:

- **Rendimiento mecánico** es el que relaciona el trabajo efectivo medido en el eje motor y el que desarrollan los gases en el cilindro (trabajo indicado).

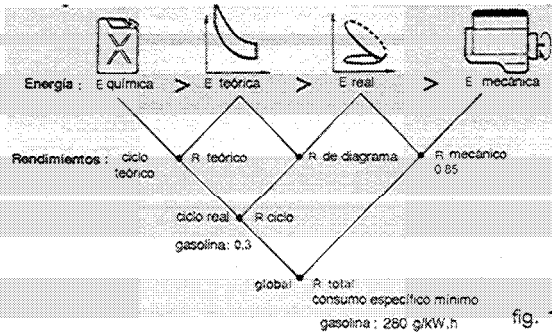
Tiene en cuenta el trabajo absorbido por los rozamientos de los órganos propios del motor (biela, aros, bulón), los auxiliares (accionamiento de la dis-

tribución, bomba de aceite, de agua, etc.) y la del aire para barrido.

- **Rendimiento térmico** es la relación entre el trabajo desarrollado por los gases (trabajo indicado) y la energía calórica (energía térmica) del combustible.

- **Rendimiento volumétrico** es el que permite determinar el grado o porcentaje de llenado de los gases de admisión en relación al volumen que dispone en el cilindro.

Rendimiento energético:



23

fig. 16

BALANCE TÉRMICO

En esta figura podemos apreciar el balance energético en un motor de 4 tiempos de gasolina. Como puede verse del 100% de la energía aportada, solamente del 25 al 30% se recupera para hacer mover el cigüeñal. El resto se reparte entre:

- 15% en el circuito de refrigeración.
- 5% en la radiación al exterior.
- 35 a 40% en el escape.
- 15% en pérdidas mecánicas.

Parece claro que muy poca de la energía aportada es transformada en energía mecánica.

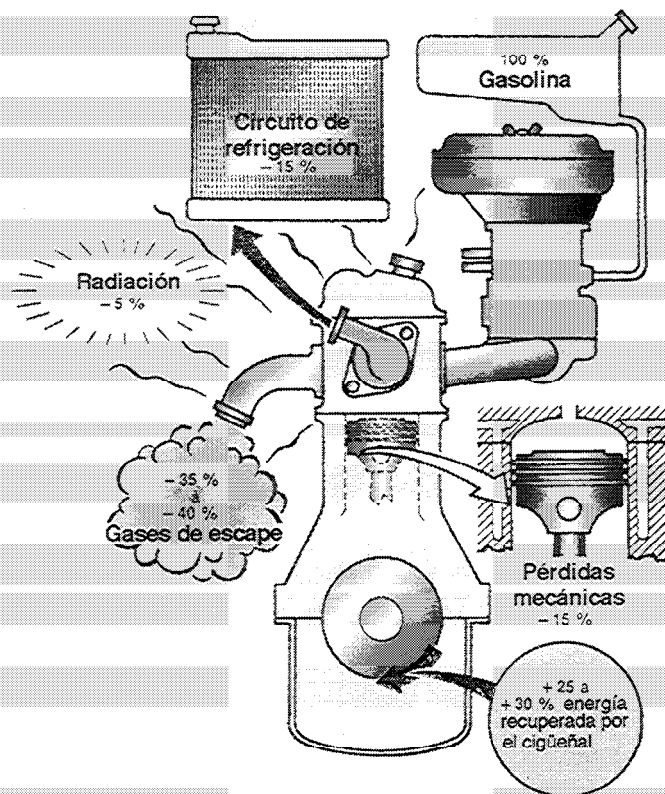
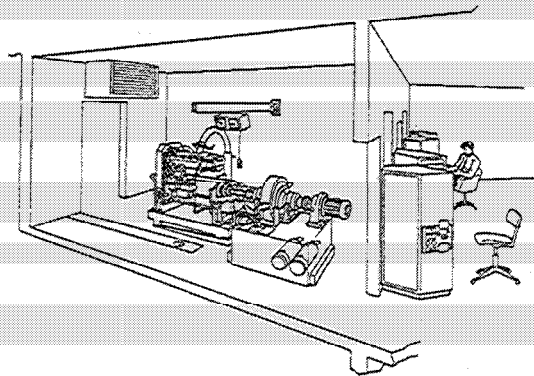


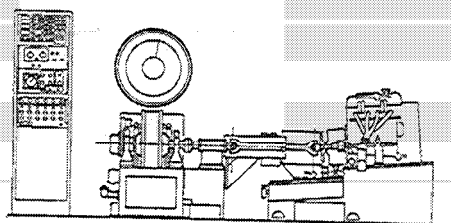
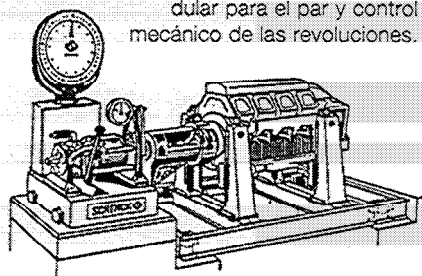
fig. 17



Célula de ensayo representativa de un equipamiento moderno. Cabina insonorizada y climatizada controlada mediante programa informático y freno dinámico del tipo de corrientes de Foucault.

Banco de ensayo utilizado en producción en los años 50 para controles del motor de 50 a 200 kW.

Freno hidráulico de reglaje manual, balanza mecánica pendular para el par y control mecánico de las revoluciones.



Banco de ensayo con freno eléctrico de corriente de Foucault. Regulación electrónica mediante control digital de medida y de consumos de carburante.

fig. 19

24

CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

Para conocer las variaciones de potencia, par motor y consumo de combustible en cada régimen del motor se utilizan las curvas características del motor (fig. 18).

En ellas se representan los valores obtenidos en el banco de pruebas en condiciones de máxima alimentación, es decir, a plena carga.

En la figura 19 vemos diferentes bancos de ensayo para pruebas de motores con equipos que han evolucionado a lo largo de los años.

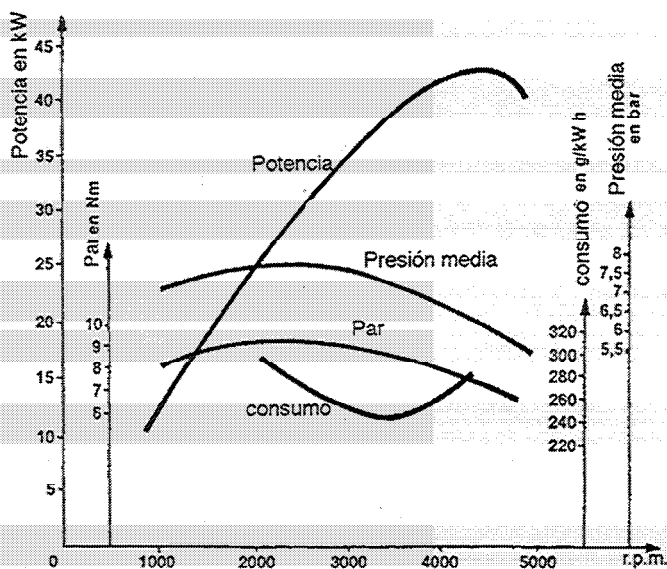


fig. 18



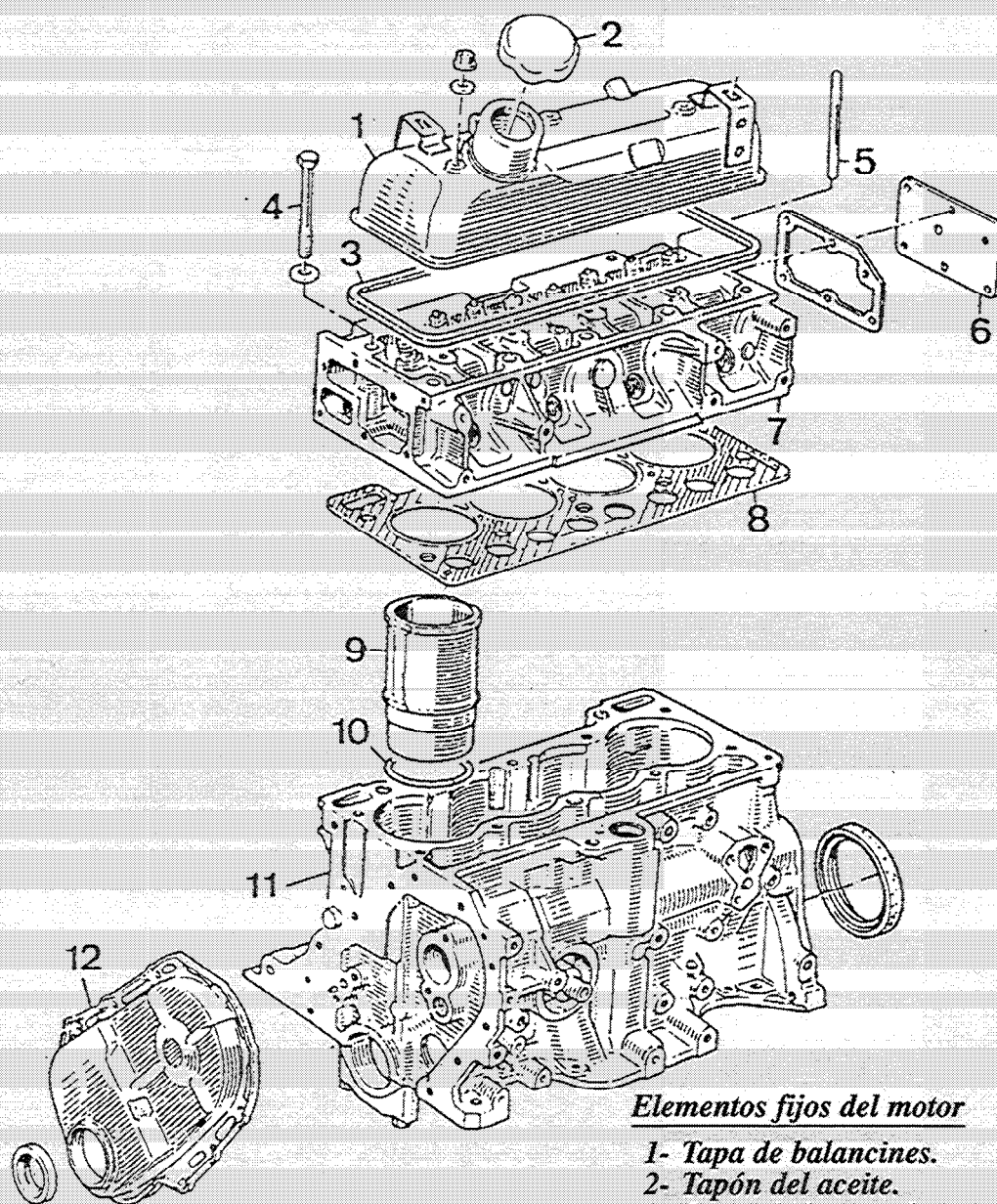
FORMAS CONSTRUCTIVAS DEL MOTOR

- Elementos fijos
- Elementos móviles
- Distribución
- Mando de árbol de levas
- Accionamiento de las válvulas

25



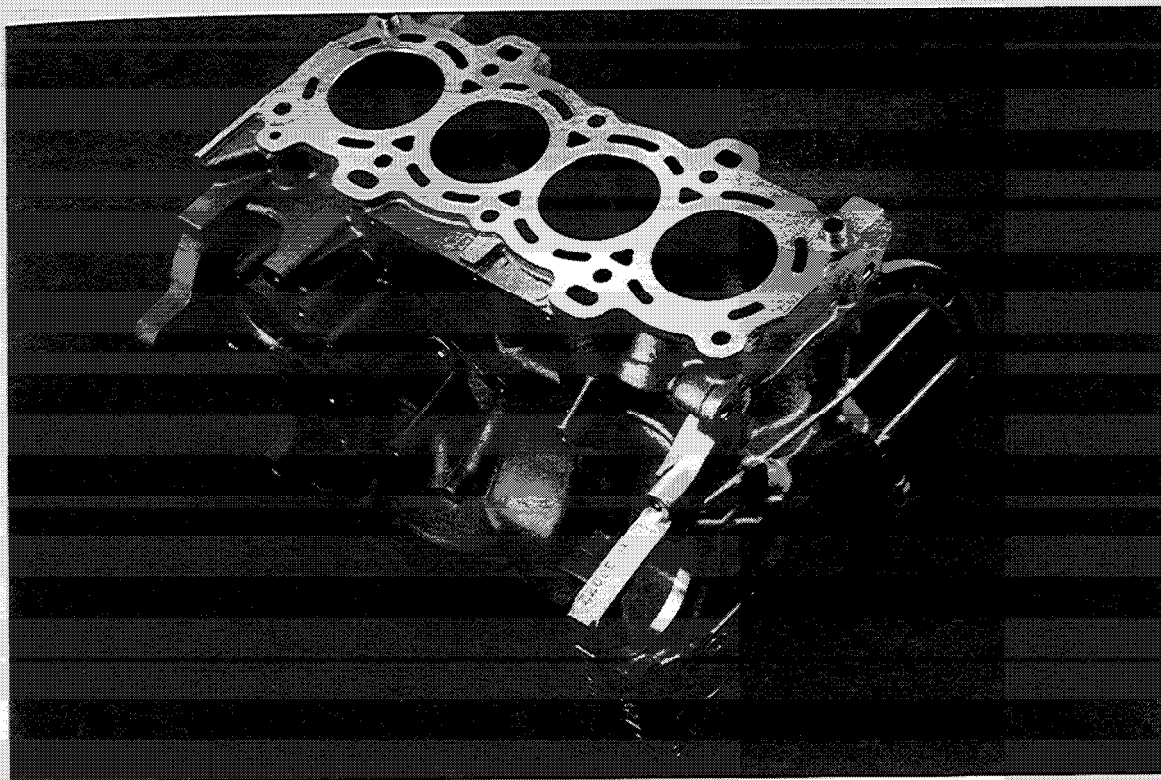
ELEMENTOS FIJOS DEL MOTOR



Elementos fijos del motor

- 1- Tapa de balancines.
- 2- Tapón del aceite.
- 3- Junta de la tapa de balancines.
- 4- Tornillo de fijación de la culata.
- 5- Eje de fijación de la tapa.
- 6- Tapa de cierre.
- 7- Culata.
- 8- Junta de culata.
- 9- Camisa.
- 10- Junta.
- 11- Bloque de los cilindros.
- 12- Tapa de distribución.

fig. 20



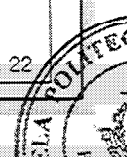
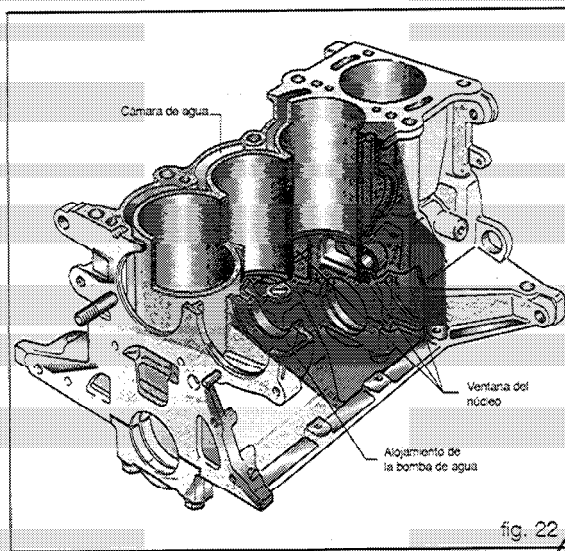
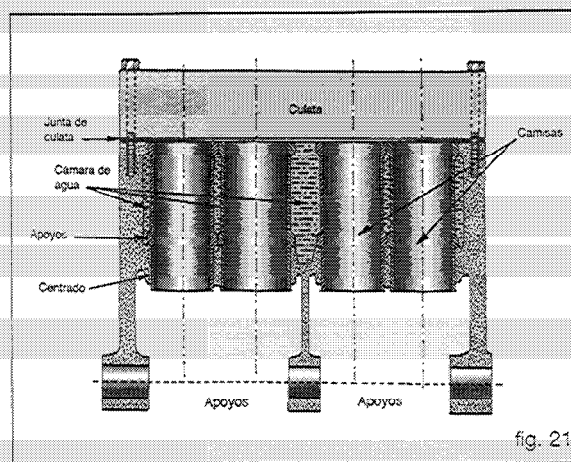
27

Bloque de cilindros

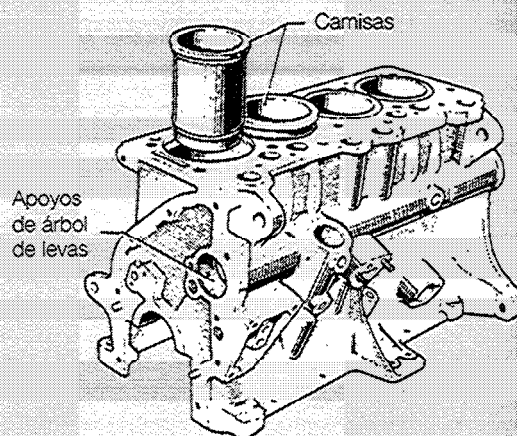
Es una de las piezas más importantes ya que es la base en la que se alojan las restantes. El bloque tiene la función de alojar los cilindros (parte superior) en donde se desplazan los émbolos y las bielas; sujetar al cigüeñal (parte inferior, también llamada bancada); incorporar los pasos del agua de refrigeración y los conductos de lubricación.

llamada camisa (fig. 22). Su superficie interna, al estar en continuo rozamiento y sometido a fuertes presiones, requiere de una superficie perfectamente rectificada y pulida. Las características que ha de reunir el cilindro son: resistencia al desgaste, resistencia superficial, bajo coeficiente de rozamiento, cualidades lubricantes y conductibilidad térmica.

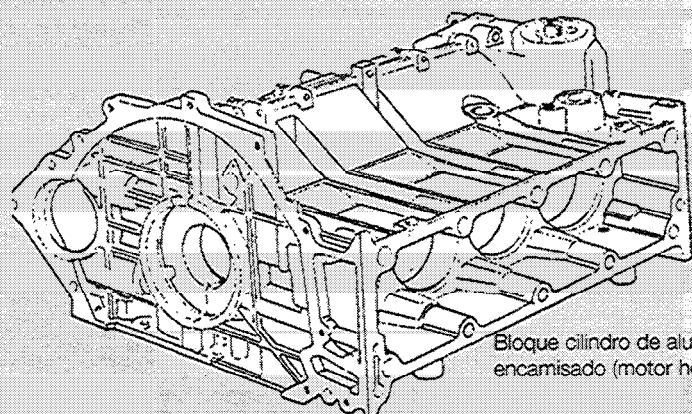
El cilindro es la superficie donde se desliza el émbolo. Puede estar mecanizado en el mismo bloque (fig. 21) o puede ajustarse una pieza extraíble



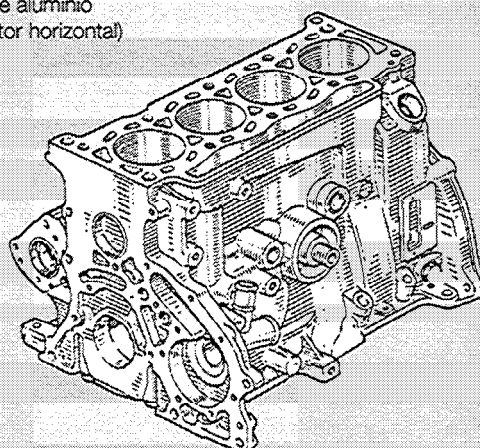
El bloque puede adoptar distintas formas en función del número de cilindros y su disposición (fig. 23). El material empleado en su fabricación puede ser de fundición de hierro con aleaciones (cromo, níquel, molibdeno). Se emplean también aleaciones ligeras a base de aluminio, con lo que se consigue un menor peso y una mejor conductibilidad térmica.



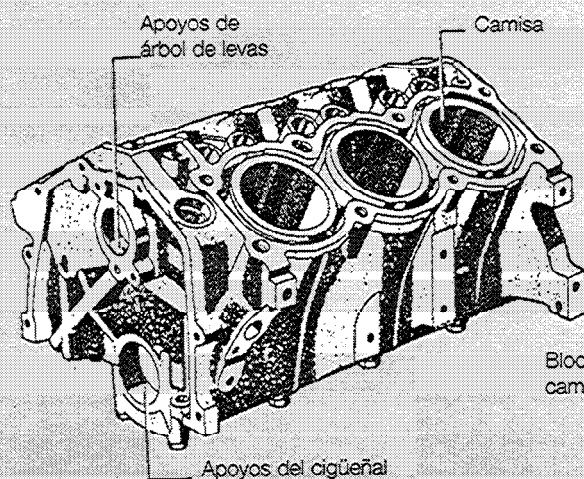
Bloque motor 4 cil. en función con camisas desmontables



Bloque cilindro de aluminio encamisado (motor horizontal)



Bloque cilindros de fundición



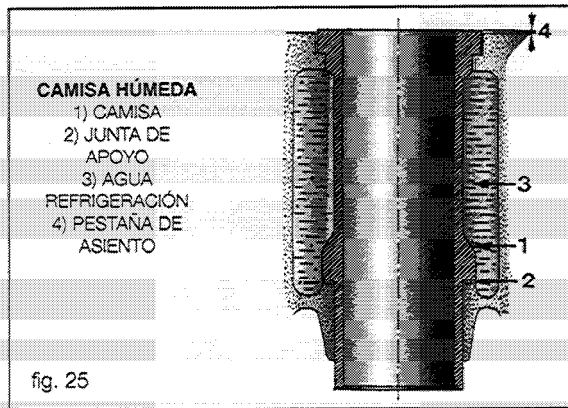
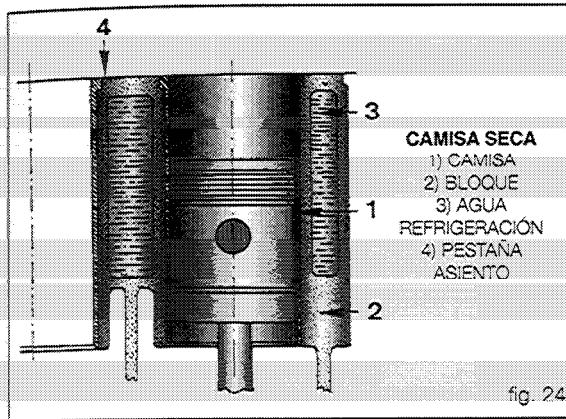
Bloque motor 6 cil. en V con camisas desmontables

fig. 23

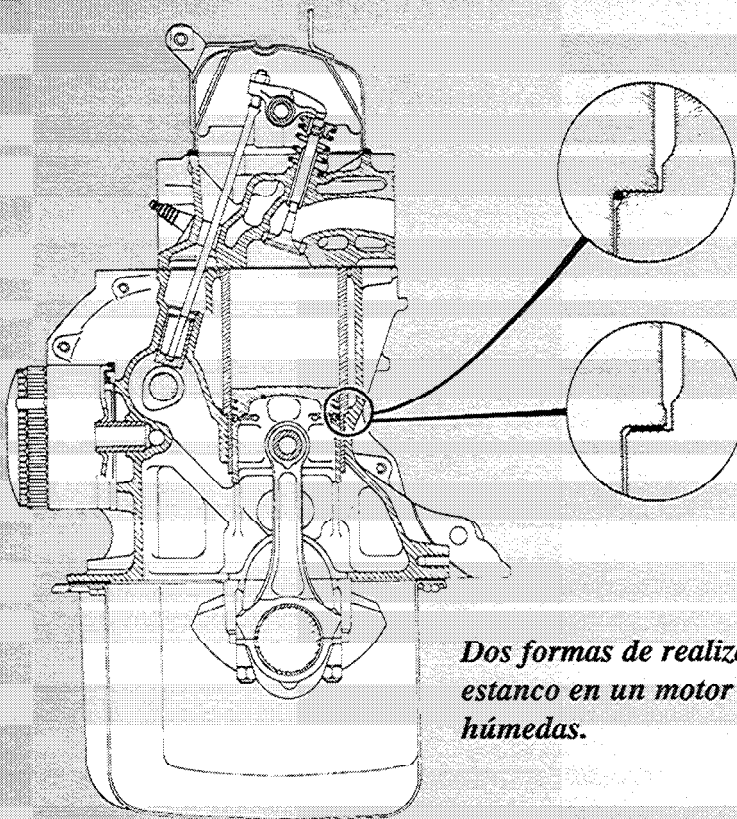
Las camisas, como ya hemos dicho, son los cilindros que se fabrican independientemente y se introducen en los orificios del bloque.

Las camisas pueden ser "secas" y "húmedas".

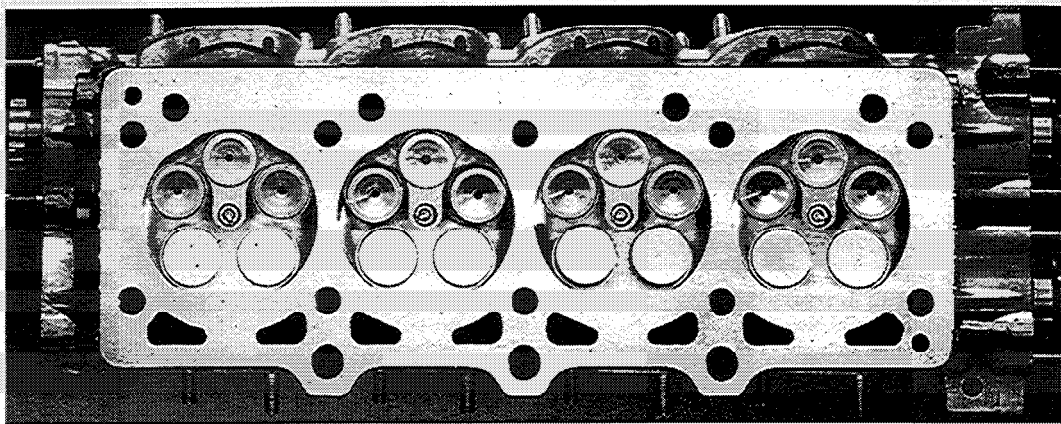
Las camisas "secas" son tubos fabricados con paredes delgadas e introducidas a presión a lo largo de todo el cilindro. Se denominan "secas" por no estar en contacto con el agua de refrigeración. Pueden ser a presión (fig. 24) con pestaña de asiento (fig. 25) o sin ella (figs. 26 y 27).



29



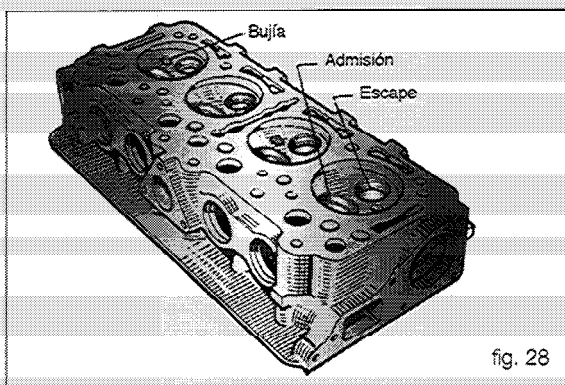
La culata



Esta es una de las partes importantes del motor ya que ha de desarrollar múltiples funciones:

- Delimitar la cámara de combustión.
- Delimitar los conductos de los gases (admisión y escape).
- Permitir un correcto funcionamiento de las 30 válvulas.

- Ubicar las bujías.
- Máxima rigidez.
- Contener los conductos de refrigeración del agua y del aceite.
- Tener buena conductibilidad térmica.



La culata, al servir de cierre a la parte superior de los cilindros y realizarse en ella el proceso de combustión, ha de resistir grandes esfuerzos, por lo que es necesario un cierre perfectamente hermético. Para ello se hace necesaria la colocación de un gran número de tornillos o espárragos perfectamente calculados para tal fin y que se tendrán en cuenta según la superficie, tamaño y disposición de la misma. La culata puede tener multitud de formas, en función de cómo se disponga

la cámara de combustión ya que ello condicionará la posición de las válvulas y los conductos de los gases (fig. 28). En la actualidad se tiene muy en cuenta el diseño de la cámara por incidir muy directamente en un buen rendimiento de la combustión. Para ello es conveniente que cumpla los siguientes requisitos:

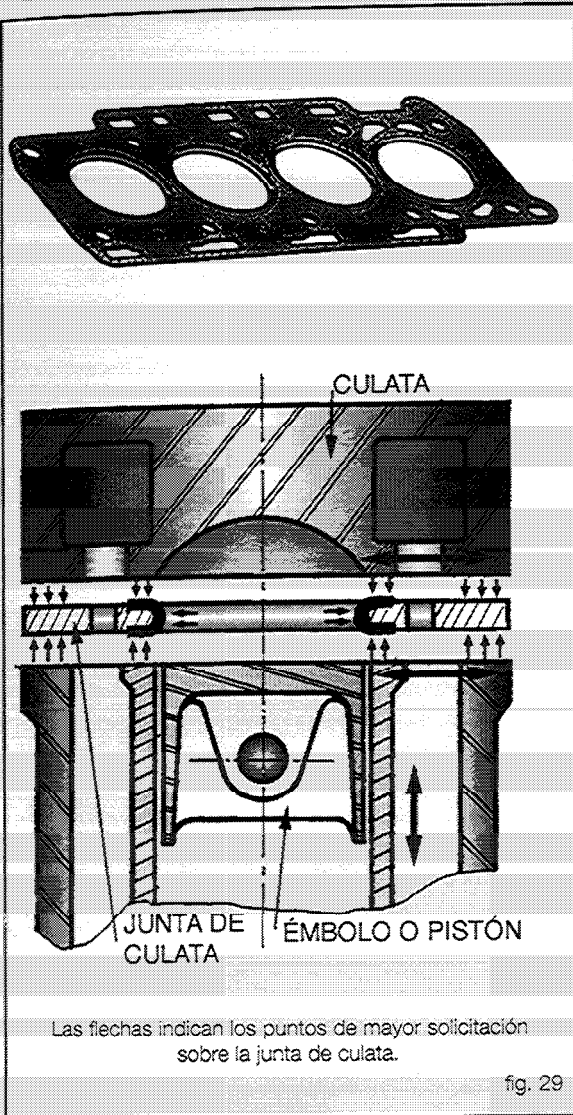
- Ser lo más compacta posible (relación sup/vol. lo más pequeña posible), para tener un proceso de combustión más estable y de mínimas pérdidas térmicas. Esto permitirá presiones máximas en el cilindro.

- Tener el punto de encendido lo más centrado posible (menor distancia a recorrer el frente de llama), con lo que se gana en velocidad de combustión.

- Tener el punto más alejado de la bujía en la zona más fría (disminuyendo el riesgo de "picado" y autoencendido).

- Poder contener válvulas del diámetro lo más grande posible (mejora de la potencia a alto régimen).

El material utilizado para su fabricación ha pasado de la fundición aleada de hierro (utilizado antiguamente) a las aleaciones ligeras, más concretamente de aluminio, que tienen unas mejores propiedades; conductividad térmica y menor peso. Esto ha posibilitado el aumento de la relación de compresión en los modernos motores sin sufrir detonaciones producidas por un exceso de temperatura.

Junta de culata (fig. 29)

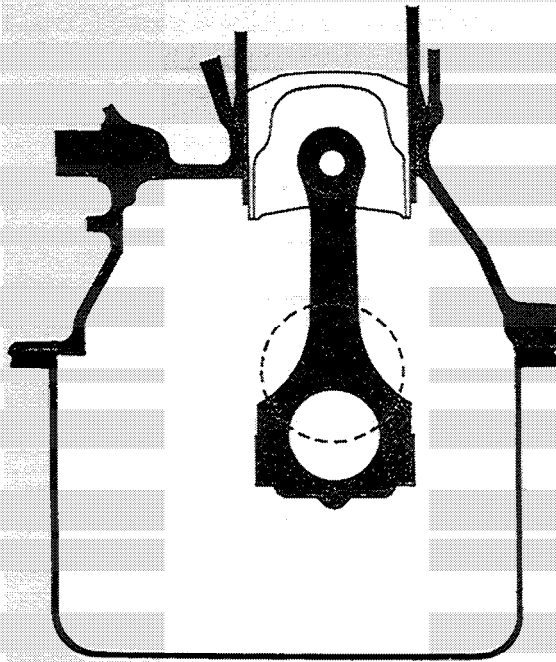
La culata se coloca sobre el bloque interponiendo una junta apropiada para conseguir el sellado de las dos partes. Esta función debe desempeñarla con las máximas garantías en todas las condiciones de trabajo del motor y conseguir que los fluidos (gases de combustión, aceite del motor, refrigerante) se mantengan estancos tanto hacia el exterior como hacia el interior. La parte de la junta que soporta más carga térmica es la que da a la cámara de combustión, por lo que el material en que está hecha se recubre con una chapa metálica. El amianto (gran resistente a las altas temperaturas) se utiliza en toda la superficie de la

junta y toda ella es impregnada de grafito para evitar que se pegue en las partes metálicas. Aparte del revestimiento superficial completo, también se realizan serigrafiados parciales, con el fin de aumentar la presión superficial. Además, pueden llevarse a cabo ribeteados metálicos o con elastómeros alrededor de los orificios de paso de aceite. Actualmente se están estudiando nuevos materiales compatibles con el medio ambiente y que permitan menores pares de apriete, menor índice de deformación, menor rozamiento superficial y mayor resistencia a la temperatura.

Cárter (fig. 30)

El cárter de aceite es la pieza encargada de cerrar el motor por la parte inferior y almacenar el aceite para el engrase del motor. Está constituido por una pieza de acero o de aleación de aluminio, cuando requiere refrigeración.

31



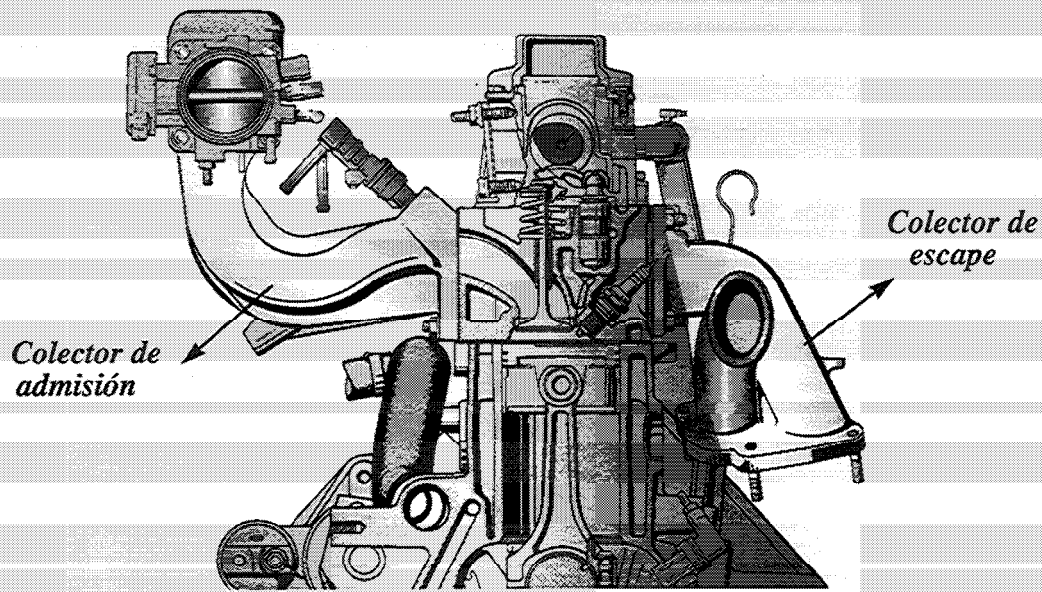


fig. 31

32

Colectores

Los colectores son los encargados de canalizar los gases frescos de admisión hacia las válvulas situadas en la culata (entrada) y los que son producto de la combustión por las válvulas de escape (salida). En la fig.31 podemos apreciar su colocación en el motor, concretamente en la parte lateral de la culata.

Los conductos de admisión y escape son propicios a la creación de fenómenos vibratorios y acústicos de gran importancia.

En el caso de los conductos de admisión, las vibraciones afectan directamente al rendimiento volumétrico y en consecuencia a la potencia máxima que el motor pueda desarrollar.

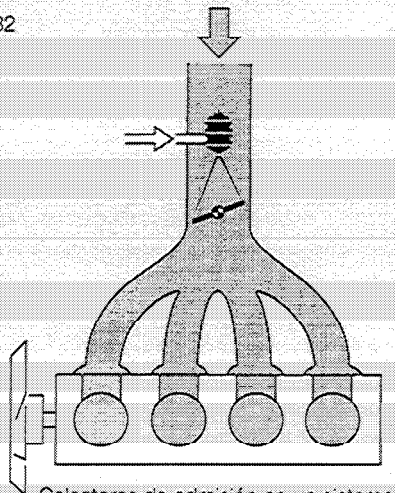


Colector de admisión

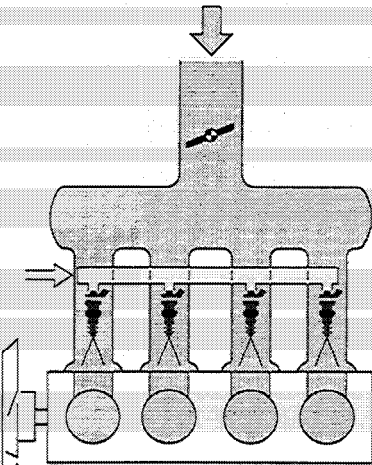
Además de canalizar, también sirve de soporte del carburador o de los actuales sistemas de inyección, tanto monopunto (parte superior del colector), como el multipunto (colocación de los inyectores en la parte inferior, cerca de la culata). En la fig.32 los podemos ver con los diferentes sistemas de alimentación.

Fabricados de aleación de aluminio y de plástico y diseñados en su parte interna de tal manera que respetan la distancia hacia cada uno de los cilindros y el diámetro interior. Cuentan también con un importante acabado superficial por donde ha de desplazarse la mezcla para no producir pérdidas de carga.

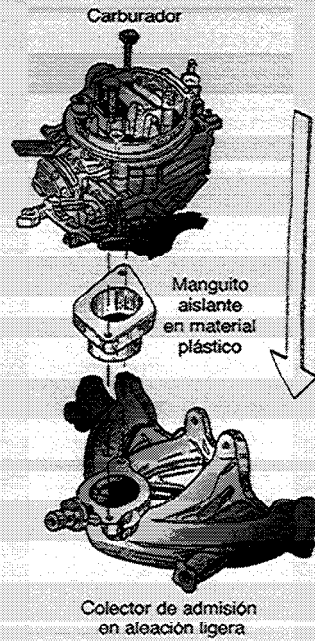
fig. 32



Colectores de admisión en un sistema de inyección monopunto.

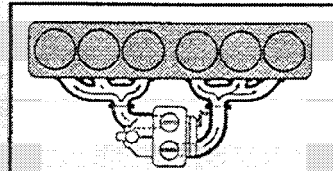


Colectores de admisión en un sistema de inyección multipunto

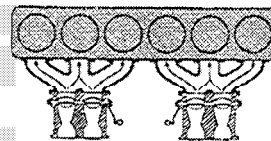


Colector de admisión en aleación ligera

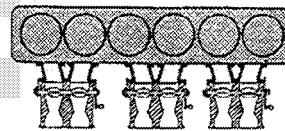
3 cilindros en línea



1 doble cuerpo invertido

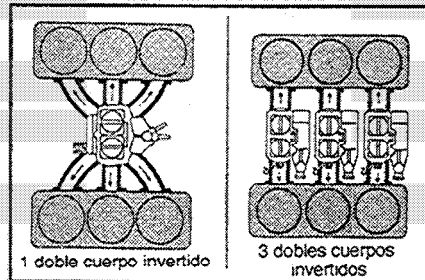


2 dobles cuerpos horizontales



3 dobles cuerpos horizontales

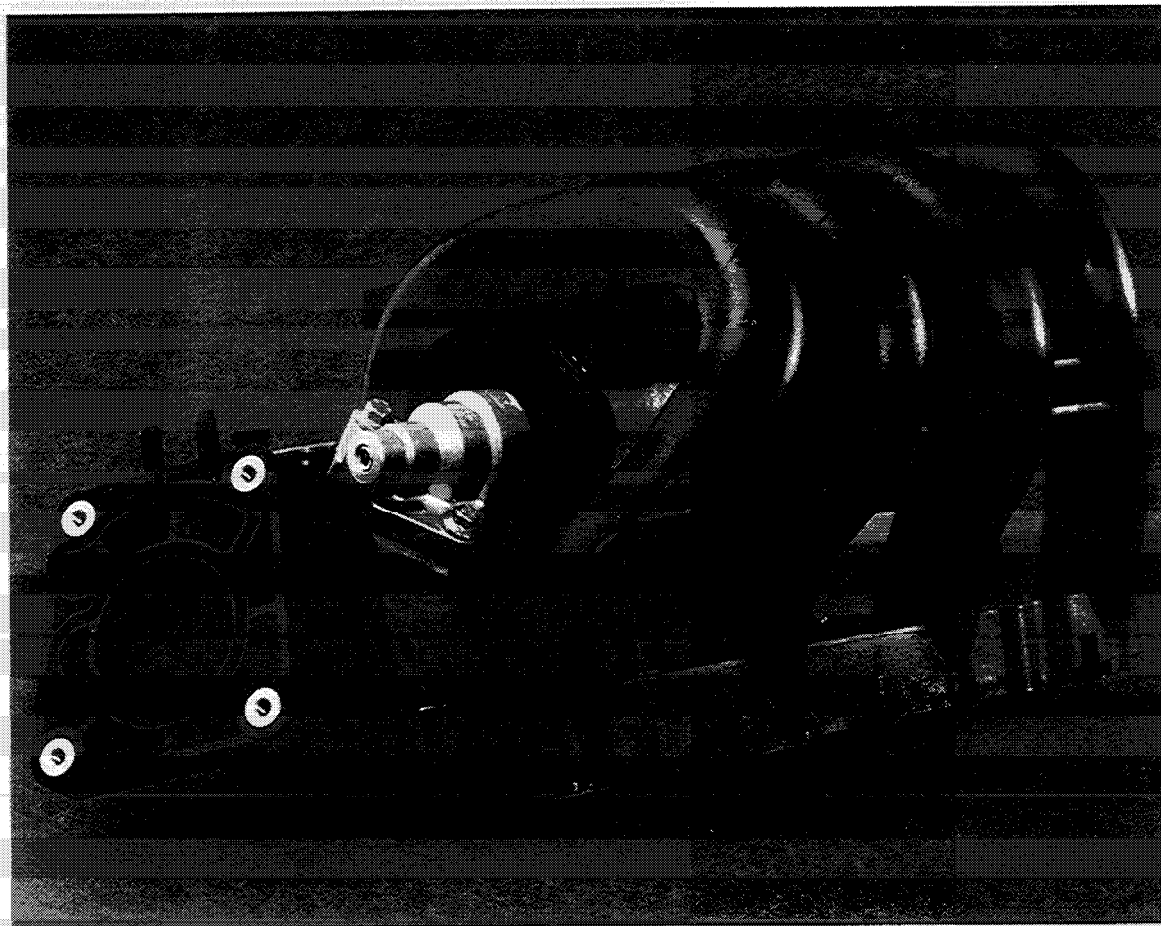
6 cilindros en V



1 doble cuerpo invertido

3 dobles cuerpos invertidos

Diversos montajes de colectores con carburador



34

Colector de admisión de plástico

Actualmente existe una tendencia a la incorporación de colectores de material plástico. Tienen la ventaja de tener menor peso que los de aleación, con lo que cumplen la importante misión de disminuir el peso total del vehículo e incidir positivamente en el consumo. Además, también repercute en un mejor llenado, al disponer de unos acabados superficiales mejores y ser el plástico de menor conductividad térmica, con lo que se reduce el calentamiento del aire y así se obtiene el consiguiente aumento de las prestaciones.

Colector de admisión variable

Una de las dificultades en que se encuentran los motores de mayor cilindrada y que incorporan válvulas de mayor sección es el poder realizar un llenado óptimo de los cilindros a regímenes bajos del motor.

En efecto, la dificultad de llenado es mayor cuando mayor es el diámetro de las válvulas y menor el número de revoluciones. Esto obedece al hecho de

una baja velocidad de los gases y una mala disposición de la longitud del colector para que pueda aportar una buena vibración de las ondas de presión que se van generando. Por ello, sería ideal la posibilidad de utilizar colectores que adaptasen su longitud en función del régimen de giro del motor:

- Largos y de menor diámetro para mejorar el llenado del cilindro a bajas vueltas.
- Cortos y de mayor diámetro para regímenes altos.

Actualmente se están equipando en los motores de mayor cilindrada los llamados colectores de admisión variable, que tienen como función mejorar la dinámica del fluido de admisión. Consisten en unos conductos que pueden variar el recorrido y longitud del aire mediante la interposición de unas trampillas que abren y cierran al régimen de giro adecuado para favorecer una mejor admisión. En la figura se puede ver un ejemplo.



Dispositivo de admisión ACAV
1. Caja de la mariposa - 2. Conducto de admisión corto - 3. Conducto de admisión largo - 4. Trampilla selectora - 5. Pulmones de mando - 6. Bieleta.

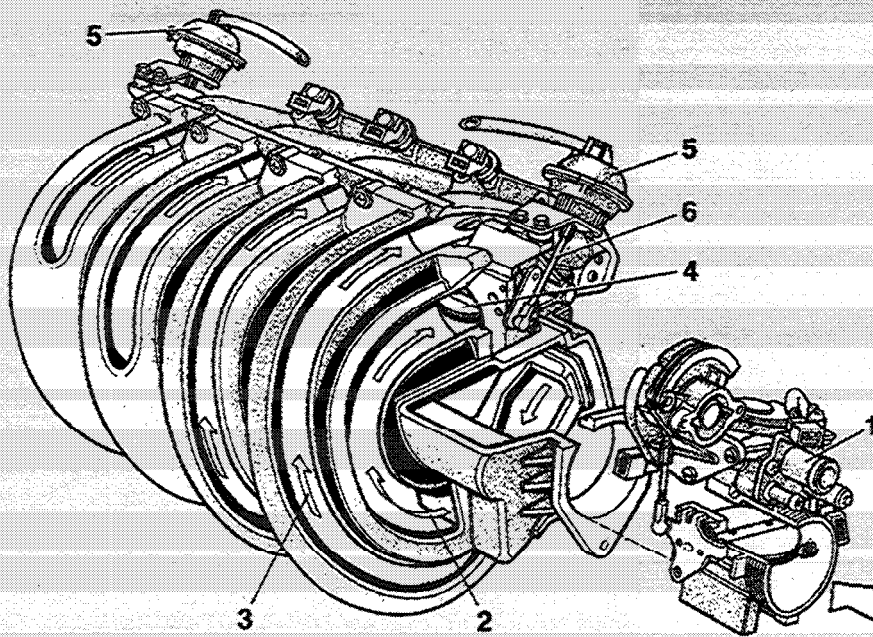


fig. 33

35

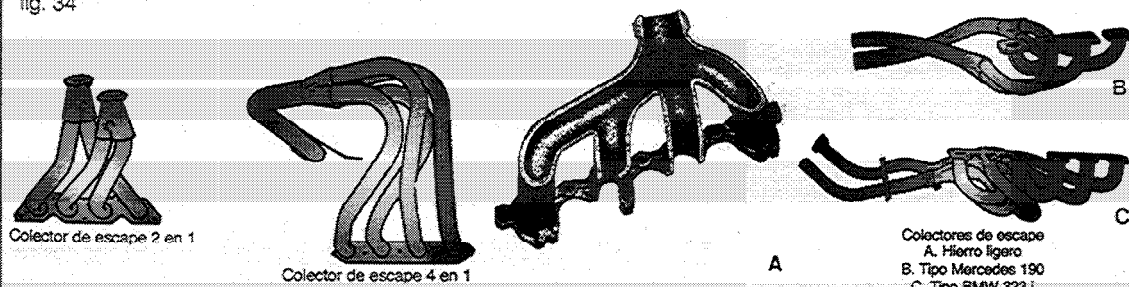
Sistema de admisión variable ACAV (fig. 33) Colector de escape

Un conducto une el filtro de aire con la caja de mariposa (1). Un colector de admisión de plástico permite mediante cuatro trampillas internas (4) obtener dos longitudes de colectores diferentes. Estas trampillas se accionan neumáticamente (5) por medio de una electroválvula. Cuando el régimen del motor está comprendido entre 1.000 y 5.000 r.p.m., la electroválvula es activada, las trampillas están cerradas y el aire recorre el colector más largo (3), de forma que favorece el par. Cuando el régimen es superior a las 5.000 r.p.m., la electroválvula se corta, la trampilla se abre y toma el conducto más corto (2) a fin de favorecer la potencia máxima. Este dispositivo se denomina ACAV (Admisión de Características Acústicas Variables).

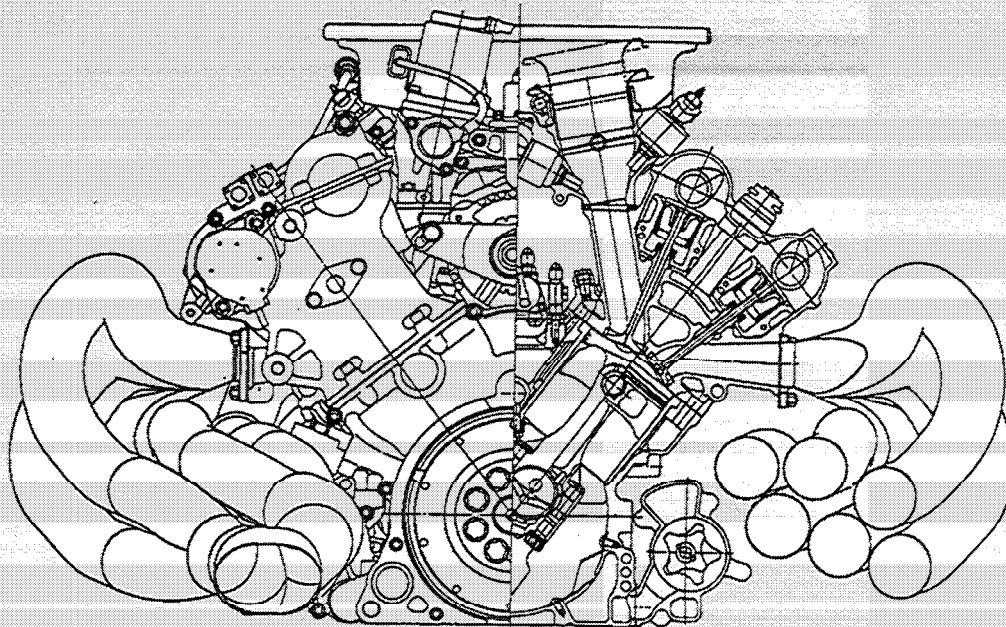
El colector de escape es el encargado de canalizar la salida de los gases desde la culata al exterior. Tiene que tener, como en el caso de los de admisión, un diseño adecuado para no crear contrapresiones en los gases y facilitar su salida. Además, han de estar fabricados con material altamente resistente a las temperaturas (fundición de hierro o acero).

La disposición y forma de los tubos de salida varía según el diseño de los fabricantes para cada motor específico; en los motores que funcionan a altas revoluciones suelen montarse los de tubos múltiples, formados por tubos de acero independientes más largos. En la fig.34 pueden verse diferentes tipos de colectores de escape.

fig. 34

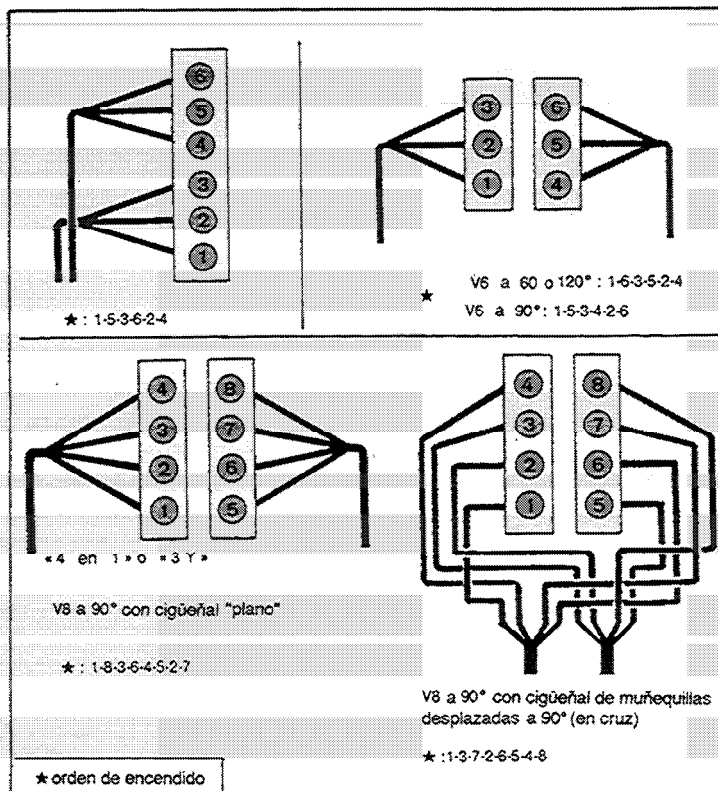


Colectores de escape
A. Hierro ligero
B. Tipo Mercedes 190
C. Tipo BMW 323i



36

*Impresionantes salidas de escape con tubos múltiples.
Su cuidado diseño permite obtener altos rendimientos*

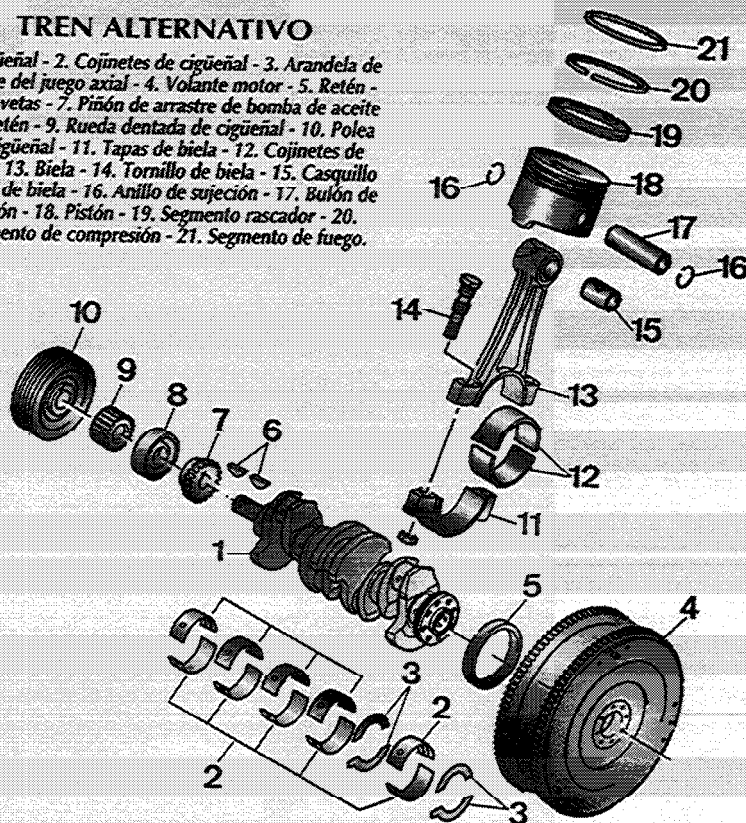


*Colocación de los tubos de escape en algunos motores,
siguiendo la disposición de los cilindros y el orden de encendido*

ELEMENTOS MÓVILES DEL MOTOR

TREN ALTERNATIVO

1. Cigüeñal - 2. Cojinetes de cigüeñal - 3. Arandela de regulación del juego axial - 4. Volante motor - 5. Retén - 6. Chavetas - 7. Piñón de arrastre de bomba de aceite - 8. Retén - 9. Rueda dentada de cigüeñal - 10. Polea de cigüeñal - 11. Tapas de biela - 12. Cojinetes de biela - 13. Biela - 14. Tornillo de biela - 15. Casquillo de pie de biela - 16. Anillo de sujeción - 17. Bulón de pistón - 18. Pistón - 19. Segmento rascador - 20. Segmento de compresión - 21. Segmento de fuego.



37

Sistema biela-manivela

Este sistema es el encargado de realizar la transformación del movimiento rectilíneo y alternativo del émbolo en el movimiento giratorio del cigüeñal.

En la figura 35 podemos ver la representación de un motor monocilíndrico. En el interior del cilindro podemos apreciar el pistón A que está unido por la biela AB al cigüeñal representado por un círculo. Cuando el pistón reciba la presión de los gases de la combustión, la fuerza F aplicada en su cabeza se descompondrá en dos fuerzas: F_1 , la longitud de la biela y F_2 , perpendicular al eje del cilindro, que apoyará sobre la pared y contribuirá al roce pistón/cilindro. La biela transmite la fuerza F_1 sobre la muñequilla del cigüeñal representado por el punto B. La fuerza F_1 se descompone a su vez en dos fuerzas: F_c que apoya el cigüeñal sobre sus apoyos y F_t tangente al círculo descrito por el brazo de manivela. En la rotación del motor, la presión de los gases no será la misma en todos los giros, la fuerza F variará y por tanto también lo hará la fuerza F_t de par motor.

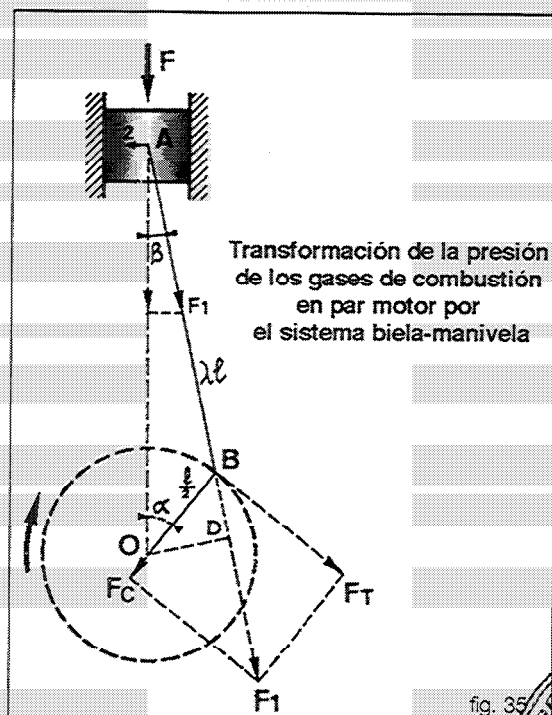


fig. 35

El émbolo o pistón

Es el elemento móvil que se desplaza en el interior del cilindro y recibe la fuerza de expansión de los gases de la combustión para transmitirlos al cigüeñal por medio de la biela.

El pistón ha de cumplir con una serie de funciones:

- Transmitir a la biela la fuerza de los gases (hasta 75 bar en motores de gasolina no sobrealimentados y de 140 a 180 bar en los camiones diésel sobrealimentados) (Fig. 36).
- Asegurar la estanqueidad de los gases y del aceite.
- Absorber gran parte del calor producido por la combustión y transmitirlo a las paredes del cilindro para su evacuación.

para las elevadas velocidades a que se llega con los actuales motores.

Actualmente, los pistones utilizados en automoción son de aleación ligera a base de aluminio y silicio con ligeros contenidos de cobre, níquel y magnesio. El silicio proporciona una reducción del coeficiente de dilatación, mejora de la conductibilidad, aumenta la resistencia a la rotura y reduce la densidad.

Para mejorar el rozamiento los émbolos de aleación ligera se recubren con tratamientos a base de una ligera capa de plomo, estaño, grafito, etc. Y para mejorar la resistencia térmica, podemos encontrar pistones con tratamiento de cerámica en la cabeza del pistón, sobretodo en los motores diésel, más expuestos a altas temperaturas.

38

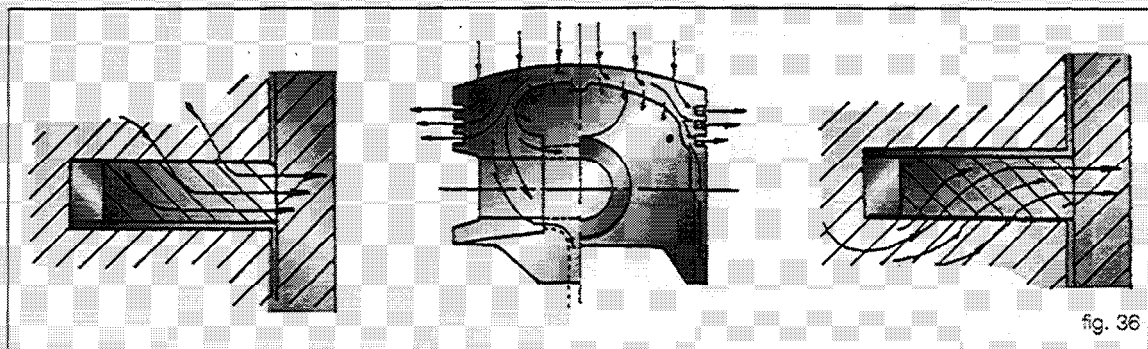


fig. 36

Para asegurar todo ello el pistón ha de reunir las siguientes cualidades:

Estar fabricado con precisión, con el fin de mantenerse ajustado en el cilindro.

Debe tener una dilatación mínima para las temperaturas normales de funcionamiento.

El material ha de ser lo más ligero posible para poder alcanzar mayores velocidades.

Estructura suficientemente robusta (especialmente en la cabeza y alojamiento del bulón).

Máxima resistencia al desgaste y a los agentes corrosivos.

El material

El material utilizado en un principio era la fundición de hierro. Las características de este material lo hacían idóneo por ser barato, resistente al desgaste y capaz de soportar grandes cargas. Sin embargo, los pistones de fundición son excesivamente pesados

Tipos de émbolos

Como puede verse en la fig. 37 la evolución de los pistones a lo largo de los años muestra la diversidad morfológica de cada uno de ellos. Por lo tanto, en un principio podemos distinguir los diferentes tipos de émbolos por la tipología de sus cabezas.

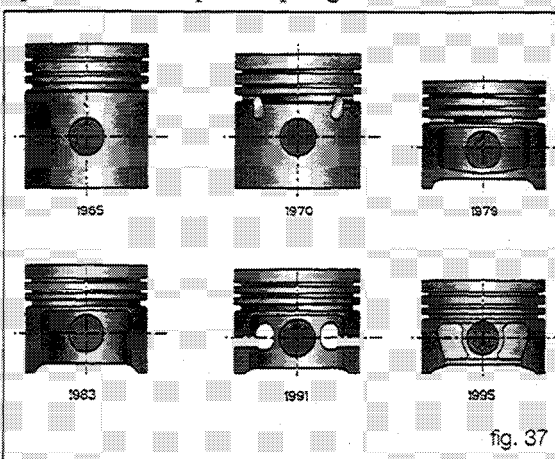


fig. 37



Partes principales del émbolo

Las partes principales del émbolo son la **cabeza** y la **falda** (fig. 38).

En la cabeza recibe toda la presión y el calor directo de la presión de los gases y en ella se encuentran las ranuras de alojamiento de los segmentos; siendo la parte donde están las paredes más gruesas. En su cara superior, las formas que puede adoptar son diversas, tal como hemos visto anteriormente y el número de ranuras puede ser variable (de tres a cinco), siendo las inferiores (una o dos) las de engrase, que incorporan varios taladros.

La falda es la situada en la parte inferior y sirve de guía al émbolo en su desplazamiento por el cilindro. Las faldas se diseñan de diferentes formas para disipar mejor el calor y hacer más resistente el pistón.

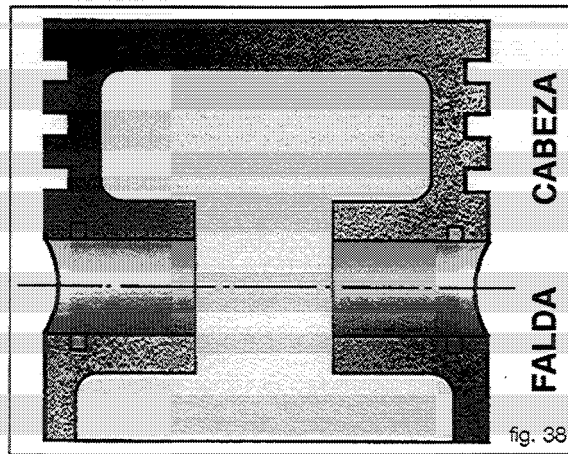


fig. 38

El bulón del émbolo (fig. 39)

Es el encargado de sujetar la biela al pistón. Está fabricado en acero cementado, que es un material muy duro capaz de resistir los esfuerzos del pistón (flexión, cizallamiento) para transmitirlo a la biela, así como disponer de unas buenas propiedades antifricción. Por razones de peso suele hacerse hueco y su montaje ha de permitir una cierta holgura para poder realizar el movimiento pendular de la biela.

Tres son los tipos de montaje que pueden realizarse: bulón fijado al pistón, bulón libre y bulón fijado a la biela (fig. 40).

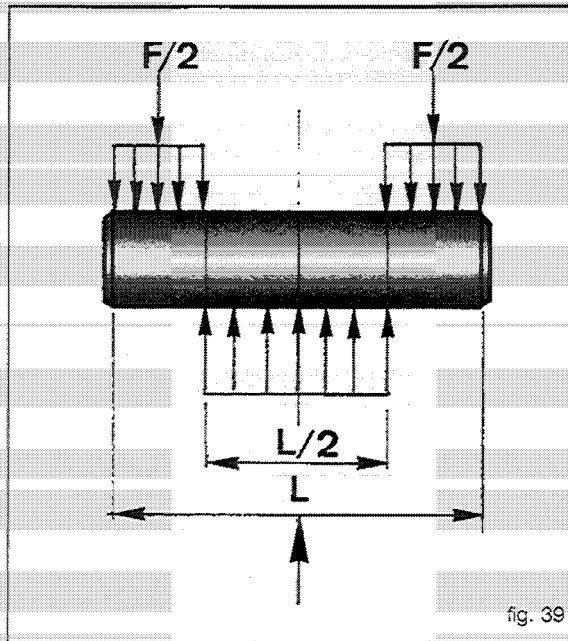
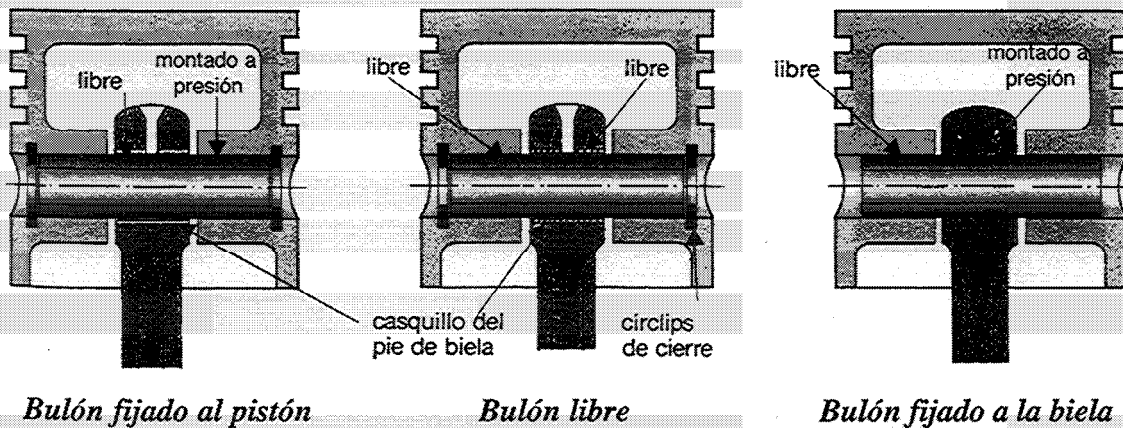


fig. 39

fig. 40



Bulón fijado al pistón

Bulón libre

Bulón fijado a la biela

Segmentos

Los segmentos o aros, como también suelen llamarse, son unos anillos circulares y elásticos que tienen que realizar básicamente las siguientes funciones:

- Permitir un cierre hermético para los gases entre el pistón y el cilindro.
- Asegurar la lubricación del cilindro.
- Transmitir el calor producido por el pistón hacia las paredes del cilindro.

Una vez comprimidos, los cilindros deben respetar una separación de tolerancia entre sus puntas para poder permitir la dilatación; las puntas pueden adoptar diferentes formas (fig. 41). Además, han de tenerse en cuenta los juegos laterales (axial) y de fondo (radial) para no agarrotarse (fig. 42).

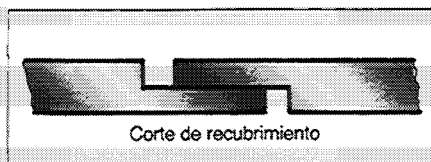
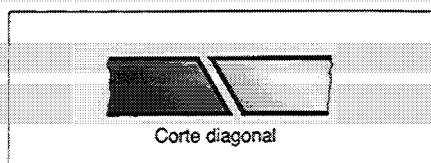
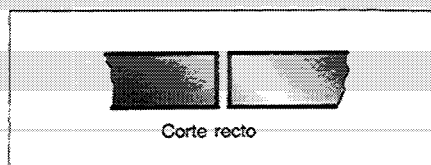


fig. 41

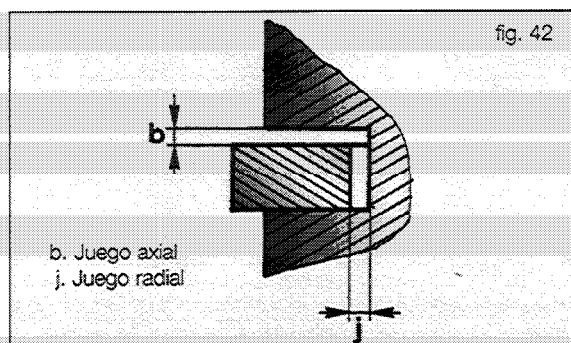


fig. 42

Tipos de segmentos

Los **segmentos de compresión** impiden que los gases pasen al interior del cárter motor efectuando un cierre hermético en el período de compresión y explosión. Los segmentos se expanden por su propia tensión y la presión de los gases de la combustión. Se colocan normalmente dos en la parte superior del émbolo; al que está situado en la parte más alta se le denomina "segmento de fuego" por estar más en contacto con las altas temperaturas de la combustión; el segundo es el llamado "segmento de estanqueidad o rascador" y es el encargado de regular la cantidad de aceite que les llega a los de compresión; por su forma permite rascar el aceite cuando el émbolo baja.

Los **segmentos de engrase** son los encargados de eliminar el aceite que no necesita de las paredes del cilindro y por medio de los orificios que lleva a lo largo de su periferia los envía al interior del pistón. El émbolo también dispone de otros orificios que permiten fluir el aceite hasta el cárter.

En la fig. 43 podemos apreciar los diferentes tipos de segmentos según su forma y características.

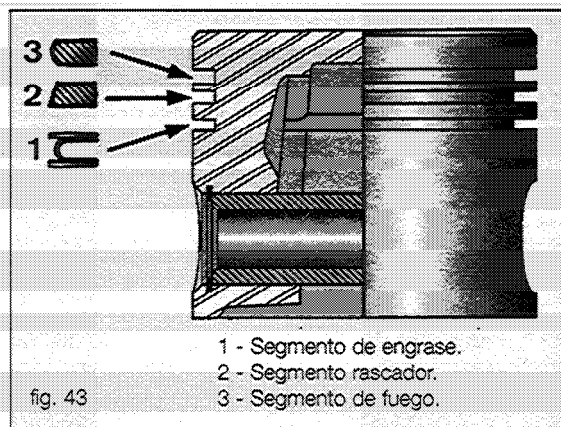


fig. 43

Material empleado en los segmentos

El material utilizado para su fabricación ha de reunir las siguientes características:

- Buenas cualidades de resistencia mecánica.
- Buenas cualidades caloríficas.
- Buenas cualidades de engrase.

Para conseguirlo, se utiliza la fundición de hierro aleada con pequeñas aportaciones de silicio, níquel y manganeso. Y para mejorar la resistencia al rozamiento se recubre con cromo o molibdeno la capa expuesta al roce en el segmento de fuego dadas las condiciones más extremas de trabajo.

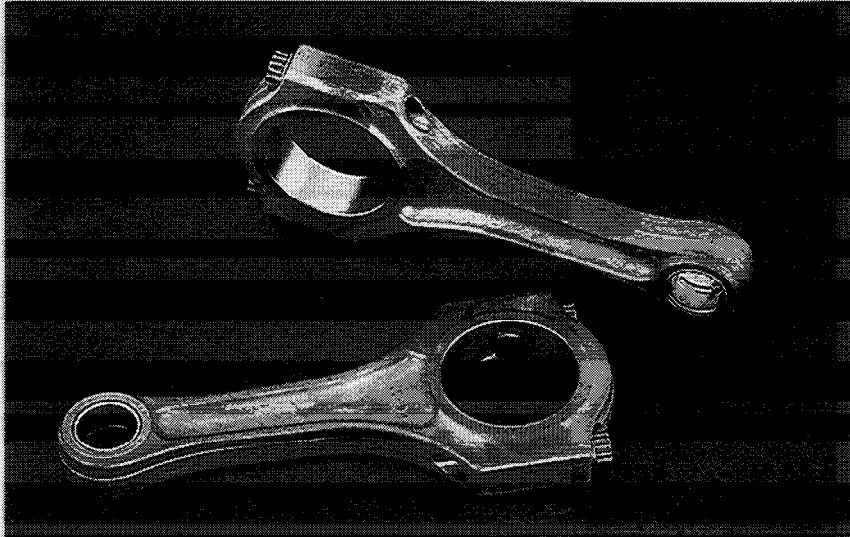


fig. 44

La biela (fig. 44)

La biela es la pieza encargada de unir el émbolo (mediante el bulón) con el cigüeñal (en su muñequilla) y por tanto, está sometida al esfuerzo mecánico alternativo del pistón en las diferentes fases del ciclo de trabajo. Los esfuerzos (tracción, compresión, flexión) son debidos a la combustión y a las fuerzas de inercia alternativas, angulares y centrífugas.

Partes de la biela

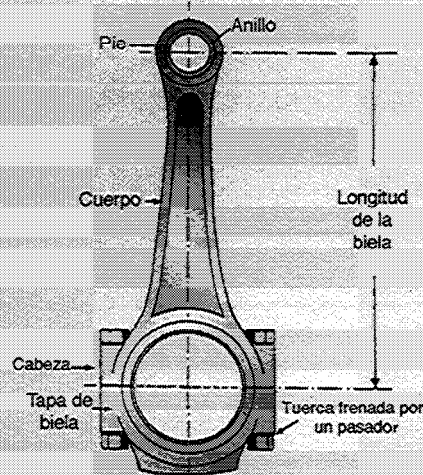
Las partes que componen la biela las podemos apreciar en la figura 45 y son:

El **pie de biela**, es la parte que se articula con el bulón del émbolo y lleva incorporado un cojinete antifricción para evitar el desgaste provocado por los movimientos alternativos y oscilantes del pistón.

La **cabeza de biela**, es la parte más ancha y está unida a la muñequilla del cigüeñal. Está dividida en dos partes: la semicabeza, unida al mismo cuerpo de biela y la tapa unida a la anterior por medio de tornillos o pernos.

El **cuerpo o caña**, es la parte central que une la cabeza con el pie de biela. El plano de unión de la tapa con el cuerpo de la biela puede ser horizontal o inclinado.

El cuerpo de la biela está sometido a importantes esfuerzos de compresión y de pandeo, por lo que adopta una estructura en forma de H, como puede apreciarse en la fig. 45.



Anatomía de una biela



Caso particular de una biela con corte oblicuo

fig. 45

Material de las bielas

El material utilizado en la construcción de la biela ha de tener la suficiente estabilidad mecánica para resistir la fuerte sollicitación a que es sometida, y su masa, ha de ser lo suficientemente pequeña para reducir al máximo la inercia que pueda crear. El metal utilizado generalmente es acero al carbono aleado con níquel-cromo-manganeso o con níquel-cromo-molibdeno. En los motores de competición se utiliza la aleación de titanio como material que posee cualidades excepcionales; pero hoy en día aún es imposible su utilización en serie por el alto precio que comporta.

Cigüeñal (figs. 46 y 47)

El cigüeñal es la pieza que completa el conjunto biela manivela. Es el encargado de la transformación final del movimiento lineal del pistón en movimiento rotativo; una operación que permite transmitir el par motor originado a los restantes elementos mecánicos del motor. Uno de los extremos se aprovecha para mover el vehículo y el otro para aportar el par necesario para mover los restantes elementos auxiliares: sistema de distribución, generador, compresor de climatización, etc.

La forma del cigüeñal depende de los factores de diseños propios para cada vehículo: número de cilindros, ciclos de trabajo, número de apoyos, etc. y está constituido por las partes siguientes:

- Unos apoyos que están alineados respecto a su propio eje y que sirven de apoyo en la bancada del bloque.

- Una parte acodada donde se mecanizan las **muñequillas**, que están descentradas respecto al eje del cigüeñal y sobre las que se montan las cabezas de la biela.

- Los brazos que unen las muñequillas llevan unas prolongaciones que sirven para hacer de **contrapeso** y equilibrar.

- Un **plato de anclaje posterior** para fijar el volante.

- El **eje anterior** con chavetero para fijar la ppolea.

- Los **orificios de engrase** que se comunican interiormente para canalizar el aceite de engrase a las muñequillas y apoyos.

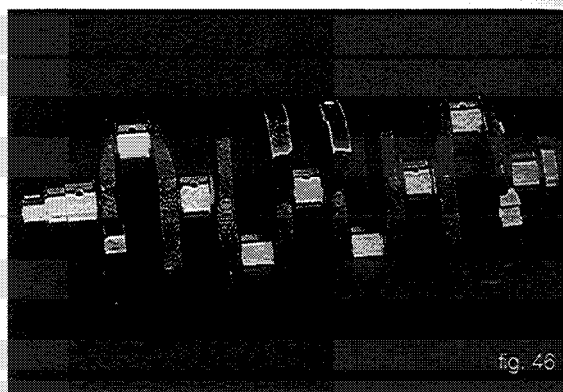


fig. 46

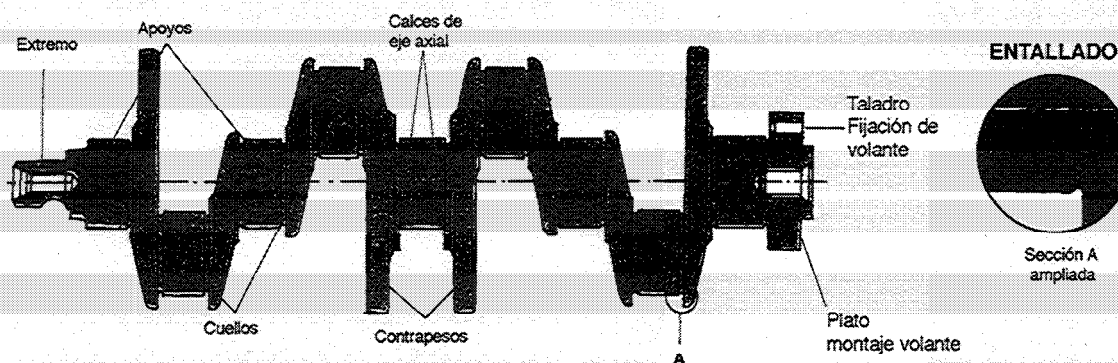


fig. 47



Características constructivas

Las fuertes cargas y esfuerzos a que está sometido el cigüeñal hace necesario el utilizar materiales que soporten las continuas fatigas a las que debe estar sometido. Para ello, es crucial la utilización de un material adecuado, con el que se le va a dar la forma precisa y las dimensiones exactas. Hemos de pensar que todo ello redundará en unos resultados finales óptimos en cuanto a duración, disminución de ruidos y vibraciones.

Los cigüeñales se fabrican por estampación y son de acero aleado al cromo-níquel-molibdeno o al cromo-níquel-manganeso, con un tratamiento superficial posterior que le confiere una alta resistencia a la tracción (70 a 110 Kgf/mm²).

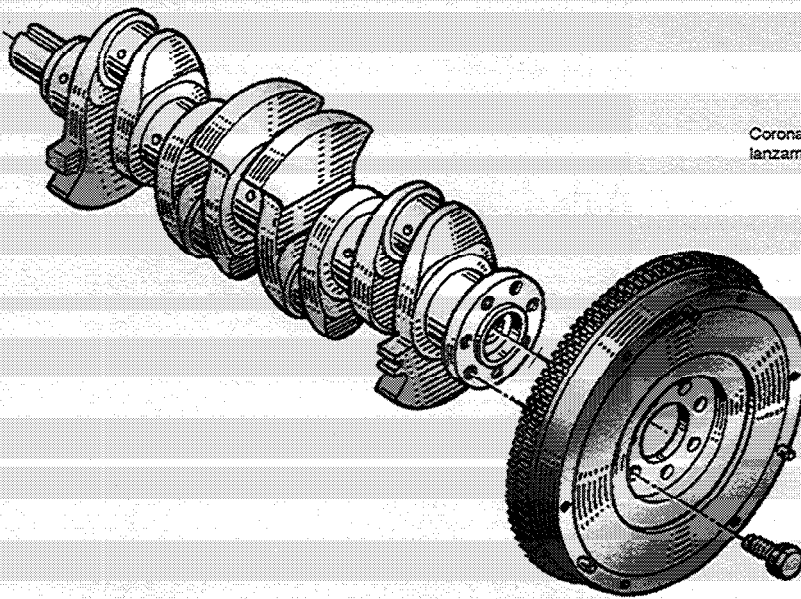
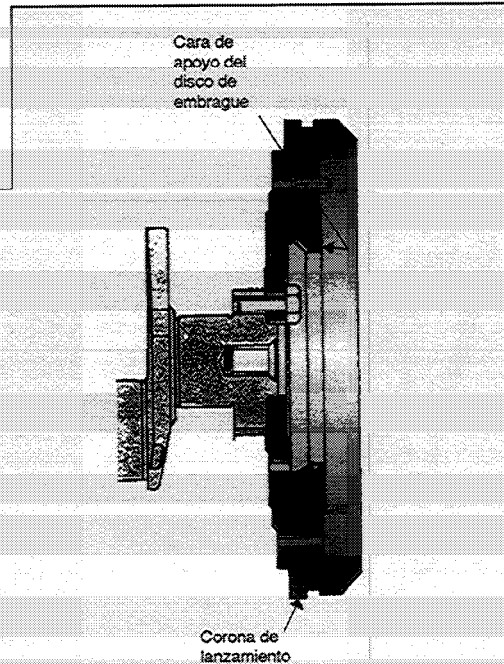
Los cigüeñales que requieren un menor esfuerzo a la tracción (80 Kgf/mm²), se pueden obtener por fundición, con aleaciones de cromo-silicio.

El volante (fig. 48)

Es la pieza encargada de almacenar la energía durante el tiempo en que desarrolla el impulso motor (explosión) y la restituye para el resto del ciclo.

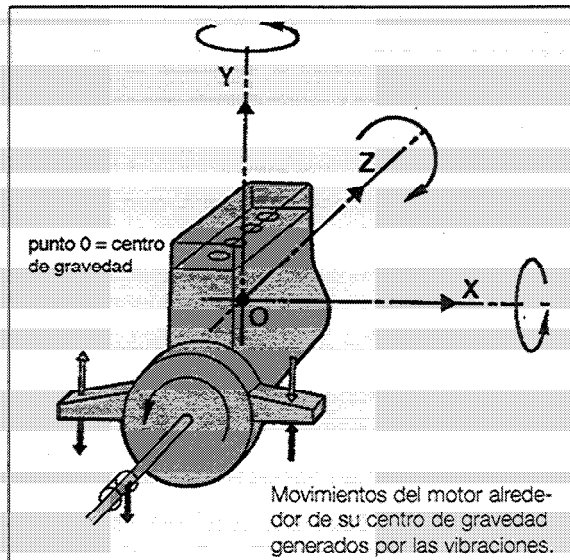
El volante motor es una masa de inercia que regulariza y equilibra el giro del cigüeñal. Para una misma cilindrada, la masa es tanto más grande cuantos menos cilindros tenga. En él se monta el embrague y la corona de arranque.

Está construido en acero o fundición y ha de estar perfectamente equilibrado junto con el cigüeñal.

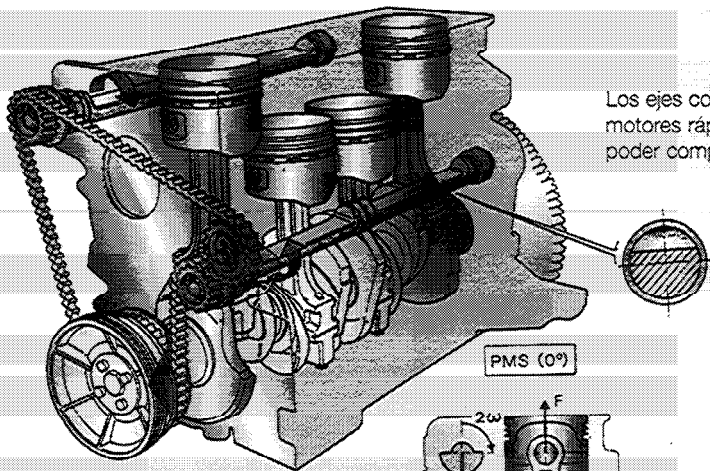


Equilibrado

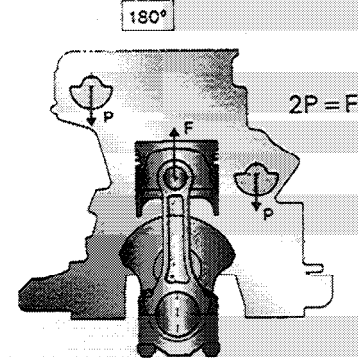
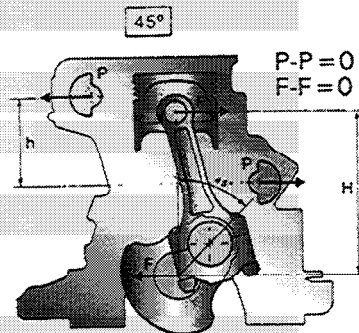
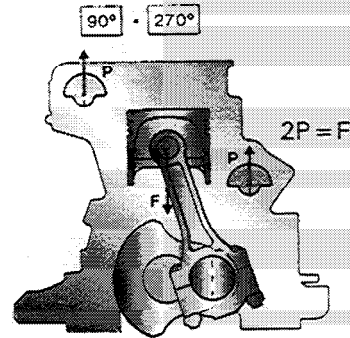
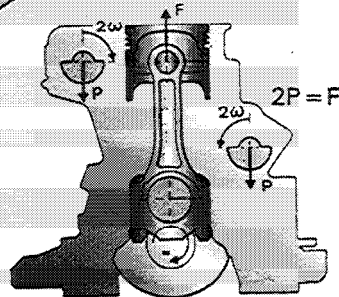
Un cuerpo está equilibrado cuando las masas que lo componen están uniformemente repartidas alrededor de su eje de rotación. En el caso de los elementos que están sometidos a regímenes de giro importantes (cigüeñal, volante, árbol de levas, etc.), han de estar perfectamente equilibrados, de lo contrario provocarían ruidos, vibraciones y averías importantes. Para conseguir disminuirlas o anularlas, ya hemos comentado la importancia del diseño del cigüeñal y la razón de orden de encendido para evitar todos estos problemas. También la necesidad de disponer de un volante de inercia apropiado para equilibrar el giro del cigüeñal. Pero además, es frecuente la utilización en los revolucionados motores actuales de unos ejes de giro contra-rotantes como los que vemos en la figura 49.



44



Los ejes compensadores contra-rotantes se utilizan en motores rápidos que tienen unas carreras cortas para poder compensar las fuerzas de inercia.



Equilibrado de las fuerzas de inercia en un motor con ejes compensadores.

fig. 49



Función de los cojinetes en el motor (fig. 50)

La principal función de los cojinetes de fricción en el motor es la de reducir el rozamiento entre piezas con movimiento rotatorio o ejes y piezas fijas del motor, interponiéndose entre ambas.

Considerando el conjunto pistón-biela-cigüeñal, los cojinetes se montan en tres lugares diferentes:

- a) Entre los apoyos del cigüeñal y los alojamientos del bloque motor.
- b) Entre las muñequillas del cigüeñal y la cabeza o extremo más grande de la biela.
- c) Entre pie o extremo menor de la biela y el bulón o eje que une biela y pistón.

Los cojinetes se montan firmemente sujetos a

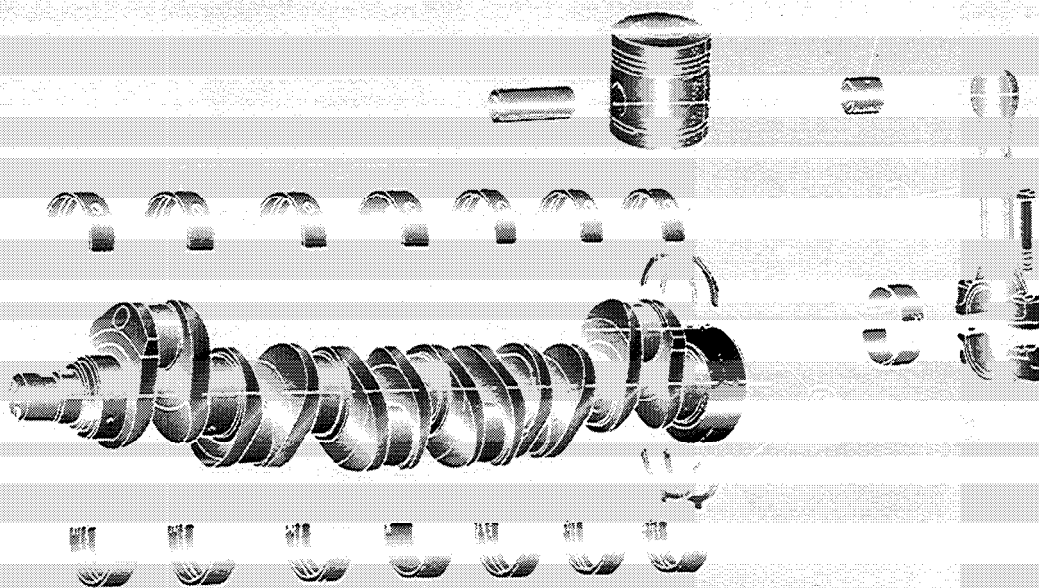
las partes fijas, pero no están en contacto directo con los ejes, pues en este caso no se resolvería el problema de la fricción y el desgaste de las piezas.

Entre el cojinete y el eje existe una capa o película de aceite muy delgada que impide que el eje contacte con la superficie interior del cojinete.

Puede parecer extraño que una capa fina de aceite sea capaz de mantener el eje "flotando" sin que se apoye en el cojinete. Esto es posible porque el aceite circula entre el eje y el cojinete a una presión muy elevada, especialmente en la zona en que la película es más delgada.

Aun cuando el mantenimiento de esta película de aceite reduce la fricción entre piezas móviles, puede producirse un pequeño desgaste durante el funcionamiento normal del motor. En estos casos es el cojinete la pieza que se desgasta, por ser menos duro que el eje, evitando que se desgasten y tengan que ser reemplazadas piezas mucho más costosas, como por ejemplo el cigüeñal.

45



1. Pistón - 2. Bulón - 3. Casquillo de biela - 4. Biela - 5. Semicojinete de biela - 6. Tapa de biela - 7. Tornillo de biela - 8. Tuerca - 9. Cigüeñal - 10. Semicojinetes superiores de bancada - 11. Semicojinetes inferiores de bancada - 12. Semicojinetes axiales.

fig. 50

Diseño y fabricación de los cojinetes de fricción

El material con el que se va a fabricar el cojinete ha de tener, entre otras, las siguientes propiedades:

Resistencia a la fatiga, aptitud de soportar cargas repetitivas.

Incrustabilidad, capacidad de absorción de películas extrañas o de suciedad.

Resistencia a la temperatura, capacidad de mantener su dureza aun cuando su temperatura de funcionamiento sea elevada.

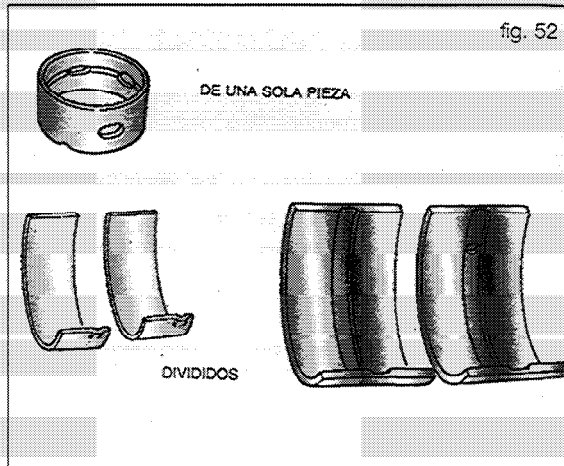
Resistencia a la corrosión, para poder evitar los ataques de productos corrosivos, como los formados por la descomposición de aceites malos a altas temperaturas.

No es posible encontrar un material que reúna todas las características a la vez, ya que algunas de ellas son opuestas. Por ejemplo, un material no puede ser a la vez duro para soportar altas cargas de trabajo y blando para poder absorber partículas de suciedad.

Por ello, la mayoría de cojinetes utilizados actualmente están formados por varias capas de distintos materiales (fig. 51).

La estructura de un cojinete consiste básicamente en el respaldo (capa exterior en contacto con las partes fijas del motor) y el revestimiento (que garantiza las propiedades expuestas anteriormente).

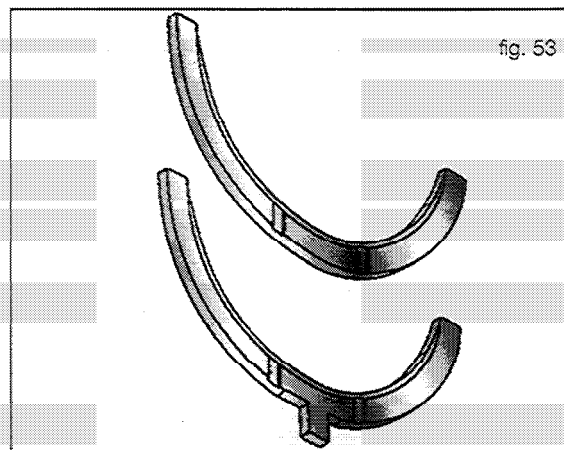
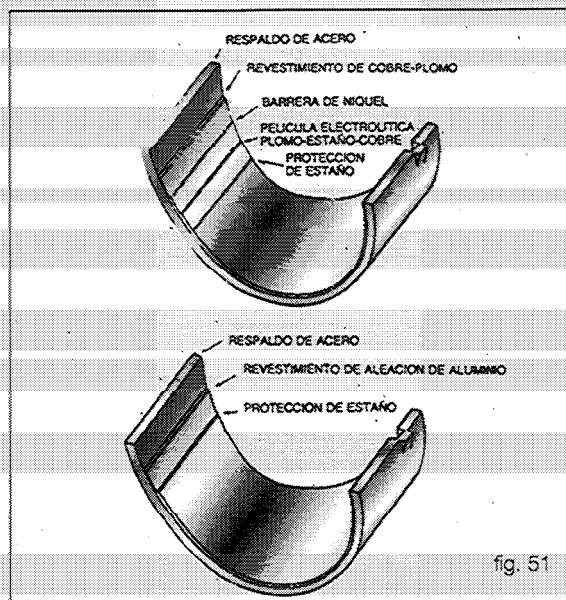
Las formas que adoptan los cojinetes son cilíndricas y pueden presentarse en dos configuraciones: enteros o divididos (fig. 52).



Los de una sola pieza son los llamados **casquillos** y son los que se encuentran en el pie de biela y pasa el bulón a través de él.

Los divididos son los llamados **semicojinetes** y se montan sobre los apoyos y las muñequillas del cigüeñal.

Para situar el cigüeñal correctamente en el bloque y evitar desplazamientos longitudinales por acción del embrague se montan **semicojinetes axiales** (fig. 53).



DISTRIBUCIÓN

El sistema de distribución (fig. 54).

el tipo de motor.

Los elementos que forman parte del conjunto del sistema son:

El sistema de distribución es el formado por un grupo de piezas y elementos auxiliares del motor que actúan perfectamente coordinadas para permitir realizar el ciclo completo del motor. En definitiva, se trata de abrir y cerrar las válvulas en el momento adecuado y siguiendo un diagrama que variará según

- Válvulas, asientos guías y elementos de fijación.
- Árbol de levas y elementos de mando.
- Empujadores y balancines.

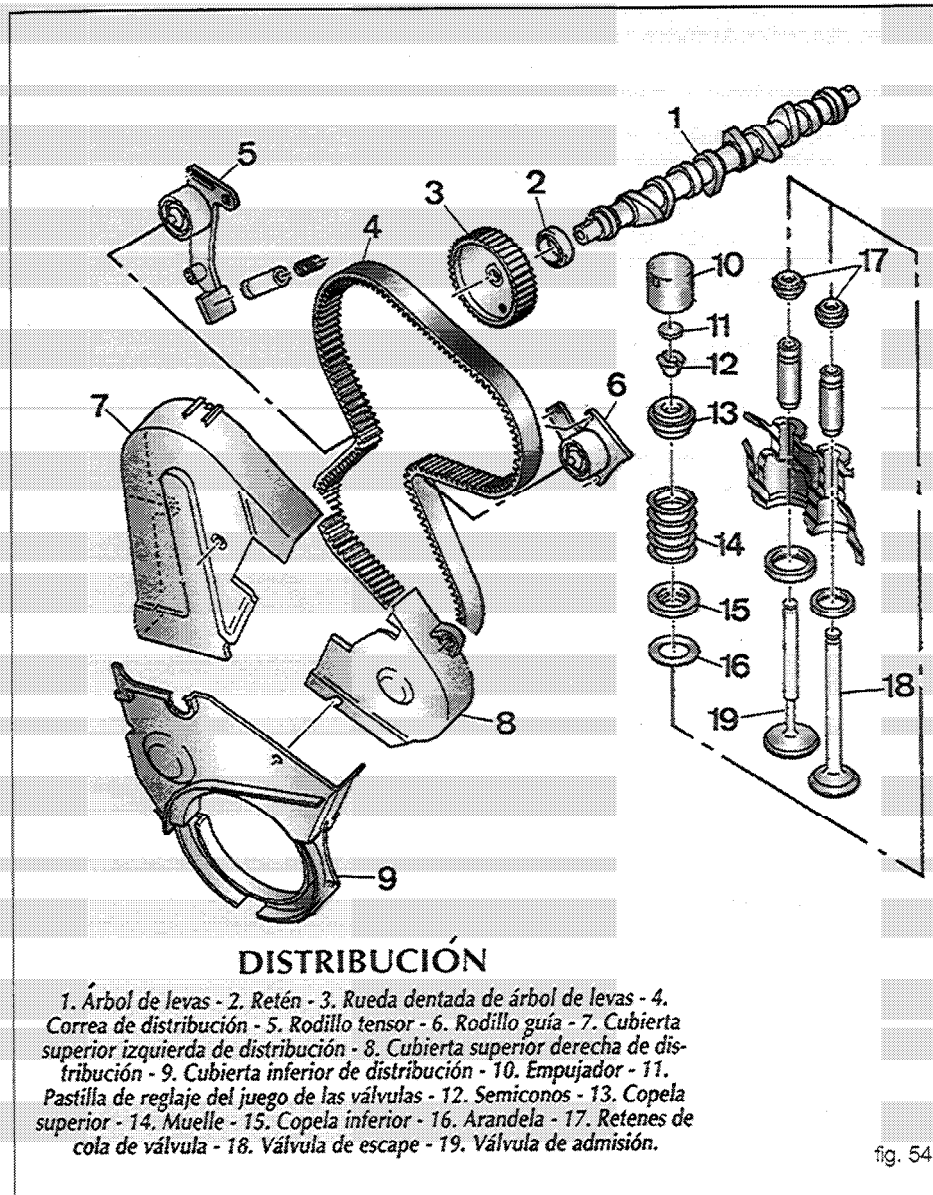


Diagrama de la distribución (fig. 55).

En un motor de cuatro tiempos las válvulas de admisión y escape no se abren y cierran justo en el momento en que el pistón se encuentra en el Punto Muerto Superior (P.M.S.) o en el Punto Muerto Inferior (P.M.I.), tal como se explica en el funcionamiento teórico de un motor. En realidad la válvula de admisión empieza a abrir antes de que el pistón alcance el P.M.S.. Esto permite beneficiarse de la inercia de los gases aspirados y conseguir llenar más el cilindro así como limpiar los gases quemados. Esto es lo que se denomina Avance a la Apertura de la Admisión (**A.A.A.**).

48 Cuando el pistón llega al P.M.I. en su carrera descendente, la inercia de los gases que están entrando en el cilindro sigue introduciéndolos aun cuando el pistón ya inicia su ascenso en la carrera de compresión. Por ello, si la válvula de admisión se cerrara exactamente en el P.M.I., el cilindro no se llenaría tanto. Conviene, pues, cerrar la válvula de admisión en plena carrera ascendente de compresión: es lo que se conoce por Retardo al Cierre de Admisión (**R.C.A.**).

La válvula de escape tampoco se abre en el P.M.I. exactamente, sino bastante antes; pues como tampoco puede abrirse de una forma instantánea, si al iniciar el pistón su carrera ascendente de escape no estuviera parcialmente abierta la válvula de escape, se originarían fenómenos de choque por los gases procedentes de la combustión. Este adelanto se llama Avance a la Apertura del Escape (**A.A.E.**).

Cuando el pistón alcanza nuevamente el P.M.S. después de su carrera ascendente de escape, los gases continúan saliendo del cilindro, por lo que conviene cerrar la válvula de escape un poco después de que el pistón haya vencido el P.M.S., de esta manera, se facilita la total evacuación de los gases quemados, con lo que el cilindro queda más limpio y por tanto tiene una mejor calidad la mezcla. Esto es lo que llamamos Retardo al Cierre del Escape (**R.C.E.**).

Al instante en que las válvulas de admisión y escape permanecen abiertas se denomina **cruce de válvulas**.

Estos avances y retardos expuestos anteriormente se miden en grados y vienen especificados en los manuales de cada motor. Se representan mediante un diagrama donde se completan los giros pertenecientes a todo el ciclo.

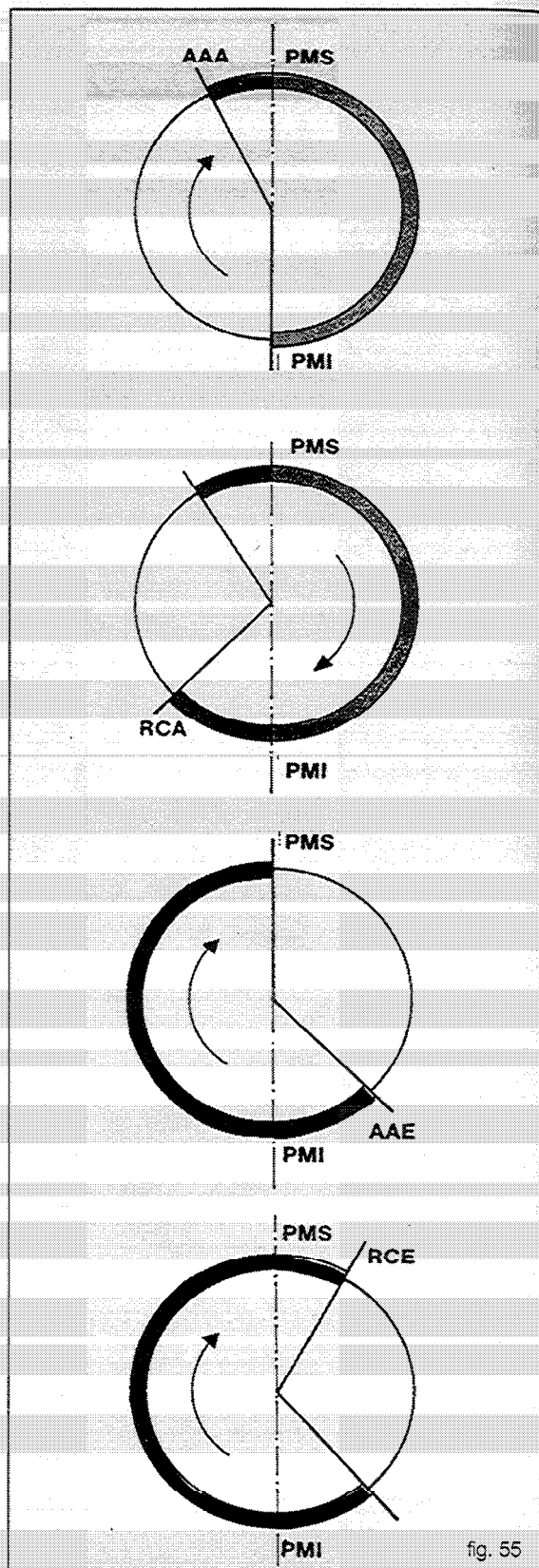
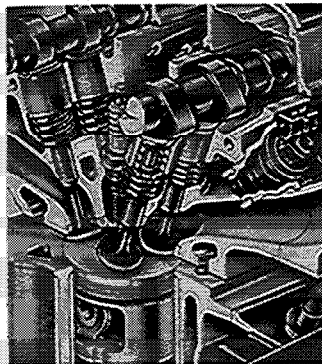


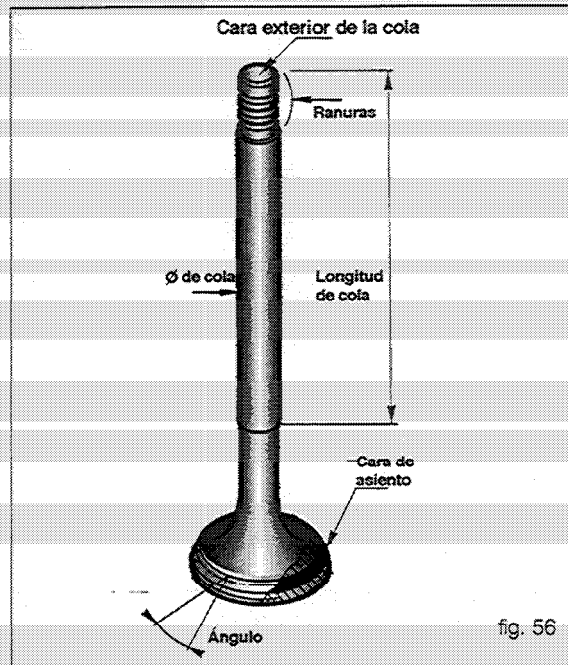
fig. 55

VÁLVULAS (figs. 56 y 57)

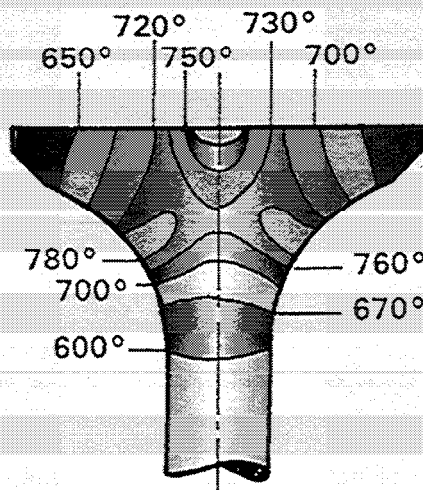
Tienen la misión de abrir y cerrar los conductos que comunican el interior de la cámara con los colectores (admisión y escape). También han de mantener perfectamente hermética la cámara en la fase de compresión y explosión hasta el momento de abrirse la válvula de escape.



Las válvulas están formadas por una cabeza mecanizada por toda su periferia con una inclinación que hace de cierre hermético sobre el orificio de la culata; la válvula de admisión suele tener la cabeza de mayor diámetro que la de escape. Unido a la cabeza lleva una cola o vástago cilíndrico y alargado que tiene por misión servir de guía en su desplazamiento, centrar la cabeza en su asiento y evacuar el calor generado durante la combustión. En la parte alta de la cola lleva unas ranuras para el anclaje y retención de la válvula sobre la culata.



Las temperaturas que se alcanzan en la combustión son muy altas, por ello, las válvulas se ven muy directamente afectadas por esta condición ya que constantemente están expuestas a la brusquedad térmica en cada ciclo de trabajo, sobre todo en la de escape, que recibe directamente los gases más calientes de la combustión y que son del orden de 800 °C (la de admisión recibe 400 a 500 °C). También el aumento de presión es un factor más a añadir a las condiciones adversas en que se encuentran las válvulas.



Temperaturas alcanzadas en una válvula de escape

49

El tamaño de la cabeza de las válvulas influye directamente en la cantidad de superficie expuesta a la temperatura de trabajo; a mayor superficie, mayor temperatura, por ello las válvulas de escape se fabrican de menor diámetro. Por el contrario, las de admisión, al estar en contacto con la pared de la culata en el momento de la combustión, pueden evacuar mejor el calor que reciben; al mismo tiempo, los gases frescos de la admisión ayudan a refrescarla en el momento de la admisión.

Se construyen con aceros aleados de gran resistencia mecánica a altas temperaturas y resistentes también a la oxidación y corrosión. Las aleaciones variarán según se trate de las de admisión o las de escape.

En algunos casos para facilitar la refrigeración se construyen válvulas con vástago hueco y se rellena con sodio para dispersar mejor el calor (fig. 58).

Las válvulas de admisión suelen ser más grandes que las de escape con el fin de facilitar la entrada de los gases.

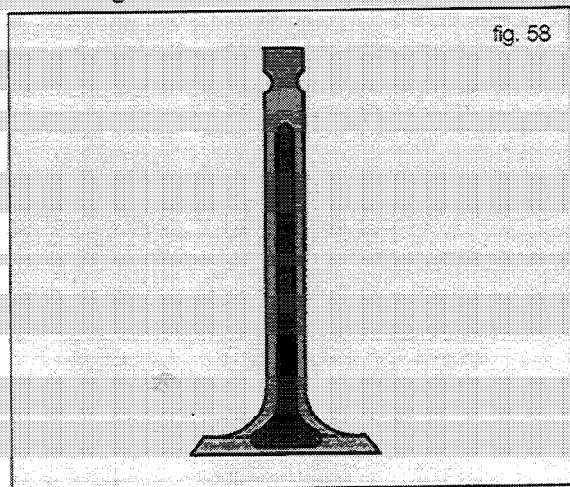


fig. 58

Copela del muelle de válvula (fig. 59)

El cierre hermético de la válvula se consigue mediante la acción del muelle comprimido y sujeto en la parte superior de la cola de válvula. En esta parte lleva las ranuras que fijarán las copelas de tope por medio de los dos semiconos.

Guías de válvula (fig. 59)

Las guías de válvula son unos casquillos cilíndricos que se insertan en la culata y tienen como finalidad mantener centrada la válvula en su desplazamiento para un correcto asiento. También realizan la misión de evacuar el calor que están recibiendo del vástago de la válvula, hacia la culata.

Van colocadas con ajuste forzado y la holgura entre el vástago y la guía suele estar comprendido entre 0,004 y 0,007 mm para la de admisión. La de escape es un poco mayor (0,007 a 0,01) debido a la mayor dilatación que experimenta.

En la parte superior de la guía es donde se les suele colocar un retén para que regule el paso de aceite al interior de la guía y así, evitar fugas hacia la cámara de compresión.

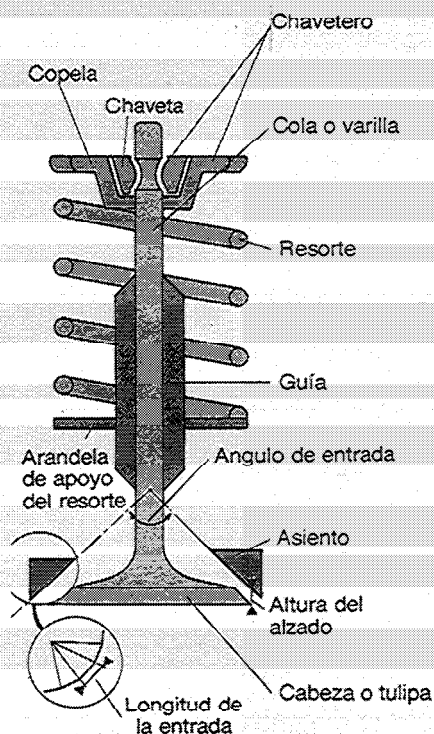
Asientos de válvula (fig. 59)

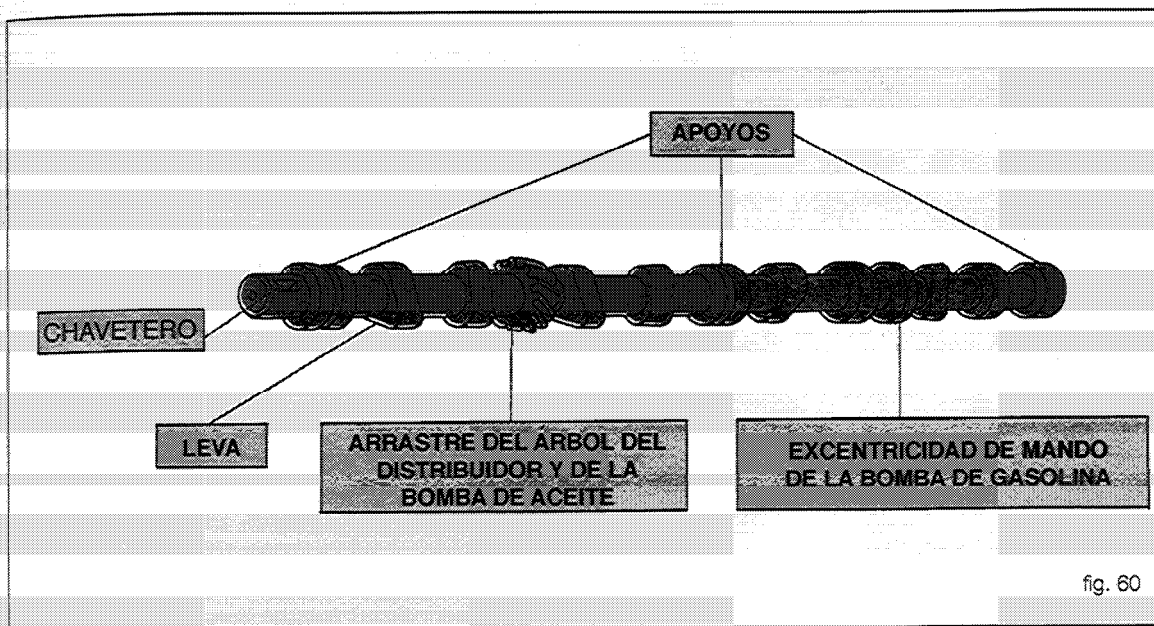
La superficie de la culata donde se apoya la cabeza de válvula al cerrarse se llama asiento de válvula. Este asiento forma un ángulo con el plano de la cabeza de válvulas determinado por el fabricante en función del diseño del motor. Los asientos pueden realizarse mecanizando en la misma culata (cuando es de hierro fundido) o en el caso de tratarse de las de aleación ligera, más utilizadas actualmente, los asientos son postizos. El montaje de estos asientos en el alojamiento de la culata se realiza mediante ajuste forzado, para ello se calienta primero, a una temperatura determinada, el lugar donde se va a introducir en la culata, mientras que el asiento se enfría con hielo seco para que por contracción pueda entrar sin dificultad.

Muelles de válvula (fig. 59)

Los muelles son los encargados de mantener cerradas las válvulas en sus asientos. Son de tipo helicoidal y pueden montarse, según las necesidades constructivas del motor, utilizando **muelles simples**, y que suelen ser con carga elástica de tensión gradual, o con **muelles dobles**, cuya finalidad es la de evitar en los motores rápidos el fenómeno de rebote que podría aparecer por los movimientos vibratorios debidos a una excesiva elasticidad.

fig. 59





Árbol de levas (fig. 60)

El árbol de levas es el encargado de abrir y cerrar las válvulas de forma que realice un giro completo cada dos vueltas del cigüeñal o ciclo completo de trabajo, para un motor de cuatro tiempos. Para conseguirlo lleva mecanizados unos salientes excéntricos llamados **levas** que son los que se encargan de regular todo el ciclo y efectuar el empuje necesario. Cada una de las levas es la encargada de abrir una válvula y se encuentran desfasadas entre sí siguiendo un determinado ciclo o diagrama, tal como ya hemos explicado anteriormente. Dispone también de tres o más **puntos de apoyo** (en función de su longitud) que sirven para la sujeción y giro del mismo árbol de levas de cara a evitar flexiones y vibraciones, así como un **plato de anclaje** en uno de sus extremos para apoyar el piñón conducido que es el encargado de proporcionarle el giro. Algunos árboles de leva llevan incorporado un **engranaje** tallado en el mismo árbol que sirve para proporcionar el giro a la bomba de aceite y al distribuidor de encendido. También puede incorporar una excéntrica que tiene como misión proporcionar el movimiento a una bomba mecánica del sistema de alimentación.

Material y fabricación

El material utilizado para su fabricación es la aleación de hierro fundido y se fabrican de una

sola pieza por el proceso de fundición en molde. Una vez mecanizados, se les somete a un tratamiento de temple para que las levas sean endurecidas superficialmente y así soportar los altos esfuerzos a que se les someten.

Perfil de levas

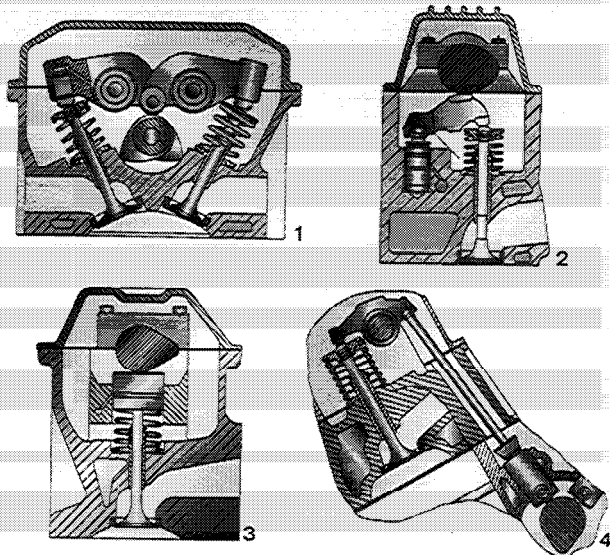
Llamamos **perfil de levas** a la superficie que actúa sobre la válvula, y su forma va a depender del movimiento que se le quiera imprimir según las necesidades específicas de cada motor.

El perfil de una leva comprende (fig. 62):

- Un tramo circular correspondiente al período de cierre de la válvula que forma parte del llamado **círculo base**.
- Los flancos, que son los que producen el levantamiento y bajada de la válvula.
- La **cresta**, que es la parte donde se desarrolla la máxima apertura de la válvula.

Según el tipo y finalidad del motor, las levas adoptan formas diferentes. Ello obedece al hecho de conseguir un buen rendimiento volumétrico. Hay dos tipos básicos de perfil de levas:

- El de flancos convexos.**
- El de flancos planos.**



Diferentes emplazamientos del árbol de levas

1. Montaje en V con árbol de levas central.
2. Árbol de levas en cabeza actuando sobre el balancín.
3. Árbol de levas en cabeza actuando directamente sobre el empujador.
4. Árbol de levas en bloque motor con varillas y empujador.

fig. 61

52

- El de flancos convexos ofrece unas aceleraciones, tanto positivas como negativas más suaves, siendo corto el período de máxima apertura.

- El de flancos planos, las aceleraciones son mayores, y como duran menos las fases de apertura y cierre, está más tiempo en posición de máxima alzada.

Emplazamiento

Según el tipo de motor, la disposición del árbol de levas estará en función del sistema de distribución utilizado, que podrá ser en el bloque motor o en la culata (figs. 62 y 63). Los distintos sistemas de distribución utilizados son: el SV, el OHV, el OHC y DOHC que veremos más adelante.

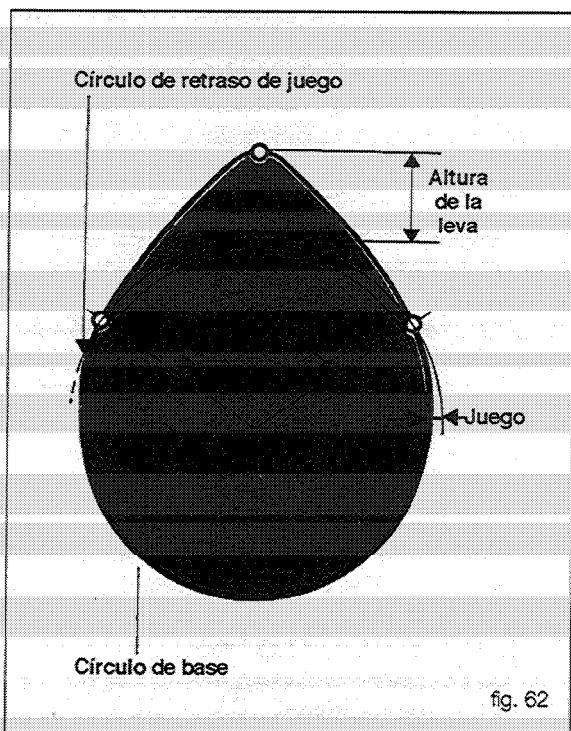


fig. 62

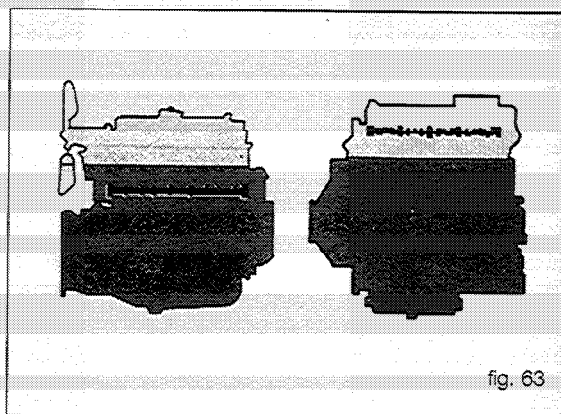


fig. 63

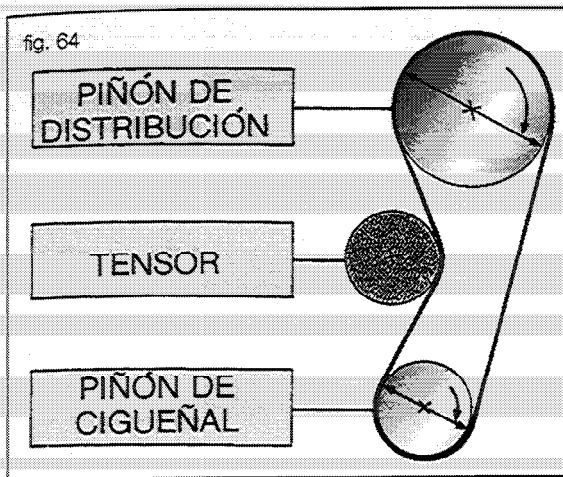
Mando del árbol de levas (fig. 64)

El árbol de levas recibe del cigüeñal el giro correspondiente respetando en todo momento la diferencia de vueltas que ha de existir entre los dos:

2 vueltas del cigüeñal = 1 vuelta del árbol de levas



fig. 64



Para conseguir esta relación, en el extremo anterior del cigüeñal se instala un piñón dentado con la mitad de dientes respecto a la rueda conducida del árbol de levas, con el fin de conseguir la desmultiplicación acordada para cada ciclo de trabajo, general en los motores de 4 tiempos. La transmisión del movimiento entre los dos puede hacerse de diversas formas: **por engranajes, por cadena, por correa dentada.**

Por engranajes

En la figura 65a podemos ver algunos de los sistemas que utilizan engranajes para realizar la transmisión del movimiento al árbol de levas. Este sistema presenta la ventaja de no requerir un excesivo mantenimiento y ser muy fiable. Por el contrario, aporta la desventaja de ser más ruidoso, si bien se ha mejorado este aspecto con la introducción de engranajes helicoidales frente a los de piñones rectos. En cuanto a precio, es más caro que el resto de sistemas.

En función de la distancia existente entre el cigüeñal y el árbol de levas se interpondrá un piñón o varios, en este último caso, el tipo de mando se denomina por cascada de piñones (fig. 65b)

Por cadena

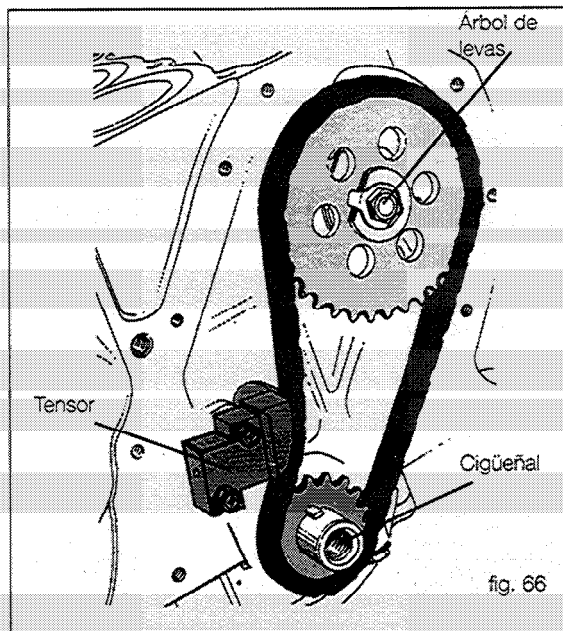
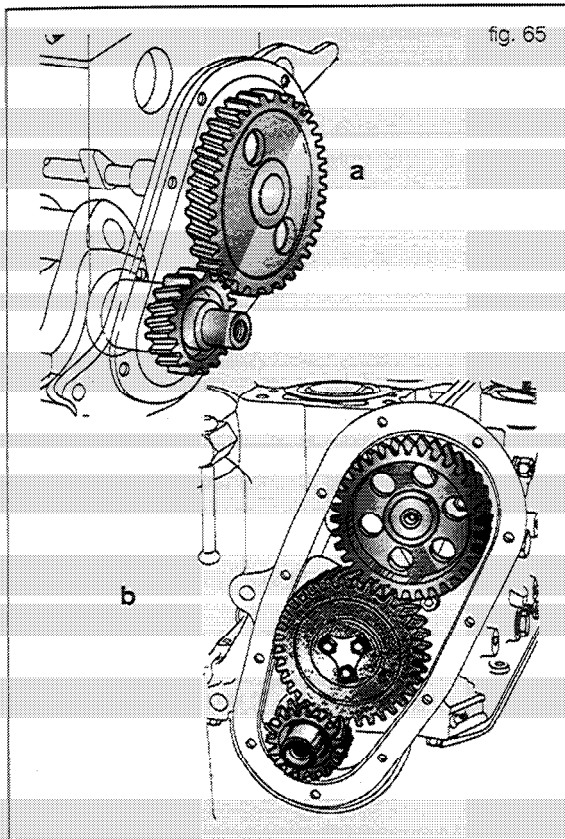
En este montaje se utilizan piñones con huecos en forma de semicírculo (cigüeñal-árbol de levas) a los que se acoplan los rodillos de los eslabones de la cadena.

En estos montajes se pueden utilizar cadenas simples, dobles o triples. Como puede apreciarse en la fig. 66, el sistema de mando por cadena consiste en realizar la unión de los dos piñones (cigüeñal-árbol de levas) por medio de una cadena dotada de un tensor. Este tensor puede ser de tipo mecánico o hidráulico.

Su lubricación es necesaria y se realiza por medio del aceite del propio motor. En cuanto al ruido, es menor que el de piñones, pero aún lo es más que el de correa dentada que veremos a continuación.

53

fig. 65



Por correa dentada (fig. 67)

Este es el sistema más utilizado actualmente y presenta una serie de ventajas frente a las demás:

- Menos ruidosa.
- No necesita engrase.
- Puede situarse en el exterior del bloque.
- Menos costosa.
- Más fácil de sustituir.

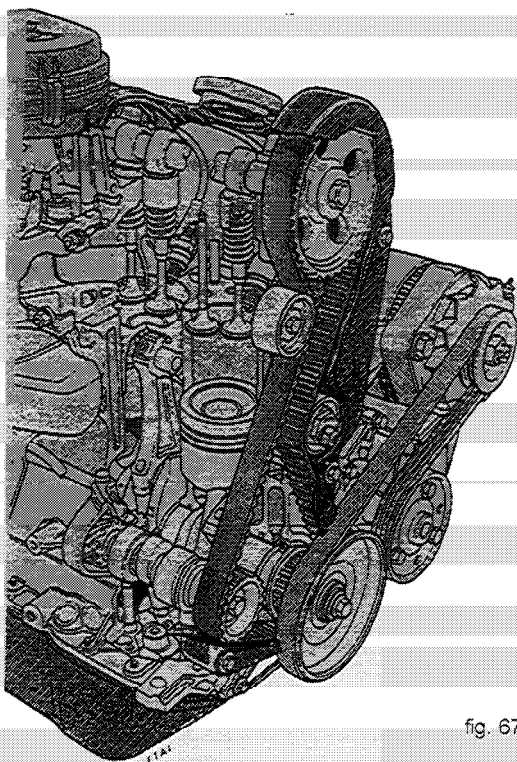


fig. 67

Sin embargo, tiene la dificultad de ser menos resistente y duradera, por lo que necesita un mantenimiento más periódico.

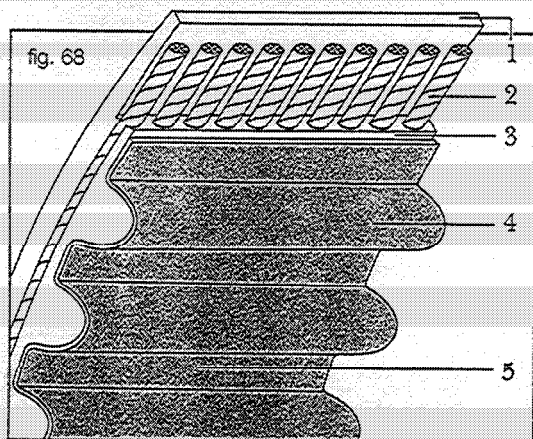


fig. 68

En la fig. 68 se representan los distintos componentes de una correa de distribución:

El dorso de la correa (1), el cabo de tracción (2), el lecho (3), el dentado (4) y el tejido protector (5).

El dorso de la correa (1) y también los dientes (4) son de materiales de gran calidad sobre una base de policloropreno. Estos se adhieren de forma excelente al cabo de tracción (2) y al tejido protector.

Las correas de distribución necesitan tener una gran resistencia a la tracción. Unos cabos de fibra de vidrio, en forma de tornillo, cumplen esta exigencia de forma óptima.

Las correas han de estar tensadas correctamente ya que de estarlo insuficientemente, podrían dar lugar al salto de un diente y provocar una avería.

NOTA: En la parte de trabajos prácticos del taller se enseñan tres ejemplos concretos de formas de proceder para una sustitución y calado con diferentes sistemas.

Distribución variable

Como hemos podido ver, el árbol de levas responde a un diagrama concreto que no permite variaciones en los tiempos de apertura y cierre de las válvulas, obedeciendo en todo momento al mismo calaje predeterminado y comportándose igual a cualquier régimen de giro.

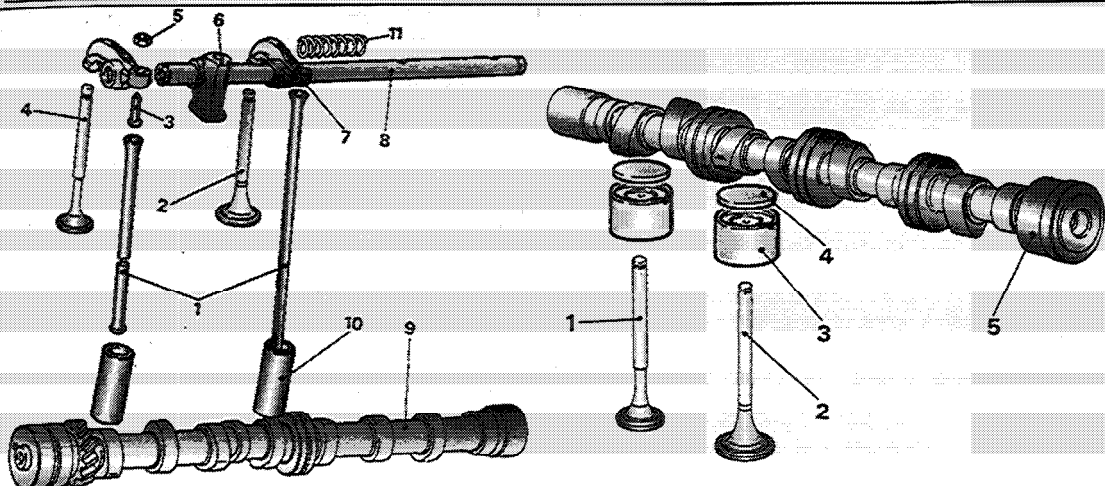
Desde un punto de vista ideal, ésta no sería la mejor forma de conseguir un rendimiento óptimo ya que la velocidad de los gases no es la misma a bajas que a altas revoluciones. Si el diagrama de la distribución está diseñado para un mejor rendimiento en altas, al trabajar a bajas vueltas, sus resultados serán peores. Por todo ello, algunos fabricantes incorporan sistemas de distribución que permiten buscar un compromiso entre los dos extremos. Para conseguirlo, se utilizan sistemas de distribución que varían los avances de apertura de las válvulas.

Entre estos sistemas haremos mención de:

- Sistema Variocam de Porsche.
- Sistema VTEC de Honda.
- Sistema VANOS de BMW.
- Sistema Fiat-Ferrari.



Accionamiento de las válvulas (empujadores y balancines) (fig. 69)



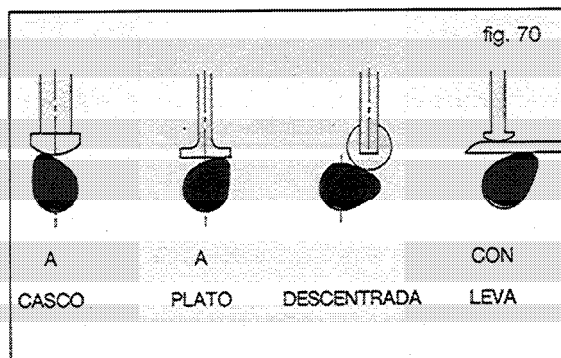
1. Varilla - 2. Válvula de admisión - 3. Tornillo reglaje - 4. Válvula de escape - 5. Tuerca - 6. Soporte - 7. Balancín - 8. Eje - 9. Árbol de levas - 10. Taqué - 11. Muelle.

1 y 2. Válvulas - 3. Empujadores - 4. Pastilla de reglaje - 5. Árbol de levas.

fig. 69

55

Los mecanismos de accionamiento encargados de transmitir a la válvula el movimiento lineal obtenido por el giro de la leva están constituidos por una serie de elementos que dependerán en forma y disposición según el tipo de distribución utilizada. Los elementos utilizados reciben el nombre de: taqués, varillas empujadoras y balancines. Su utilización dependerá de la colocación de las válvulas y la situación del árbol de levas. Existen varios sistemas de distribución: SV, OHC, OHC y DOHC que veremos más adelante.



Taqués

Entre las válvulas y las levas se interponen unos elementos que tienen como misión el absorber la fuerza lateral que origina la rotación de la leva y salvar la distancia entre el árbol de levas y las válvulas.

Tiene la forma de un pistón y son de una dureza considerable ya que soportan esfuerzos importantes.

En la fig. 70 pueden verse diferentes tipos de taqués.

Varillas

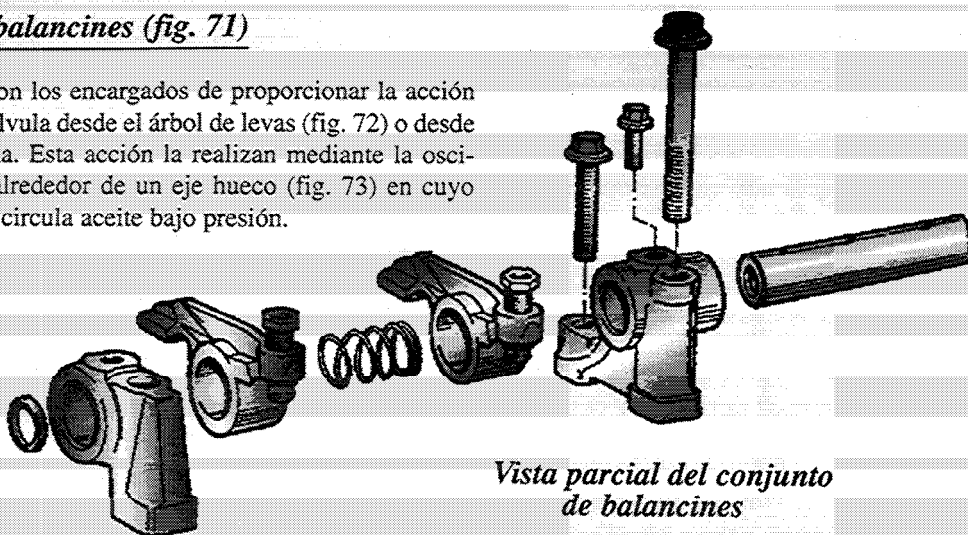
Son las piezas encargadas de transmitir el movimiento del taqué al balancín.

Generalmente son de tipo cilíndrico.

En su parte superior adopta una forma cóncava para poder asentar el tornillo de reglaje; en la parte inferior es esférica y corresponde a la parte que apoya al taqué.

Los balancines (fig. 71)

Son los encargados de proporcionar la acción de la válvula desde el árbol de levas (fig. 72) o desde la varilla. Esta acción la realizan mediante la oscilación alrededor de un eje hueco (fig. 73) en cuyo interior circula aceite bajo presión.



Vista parcial del conjunto de balancines

fig. 71

56

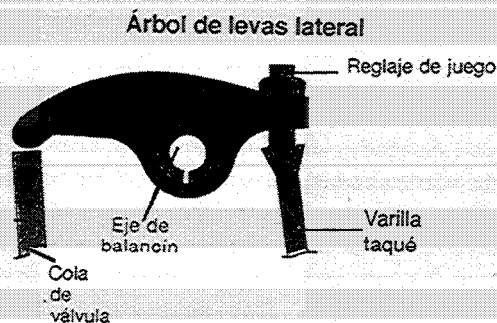
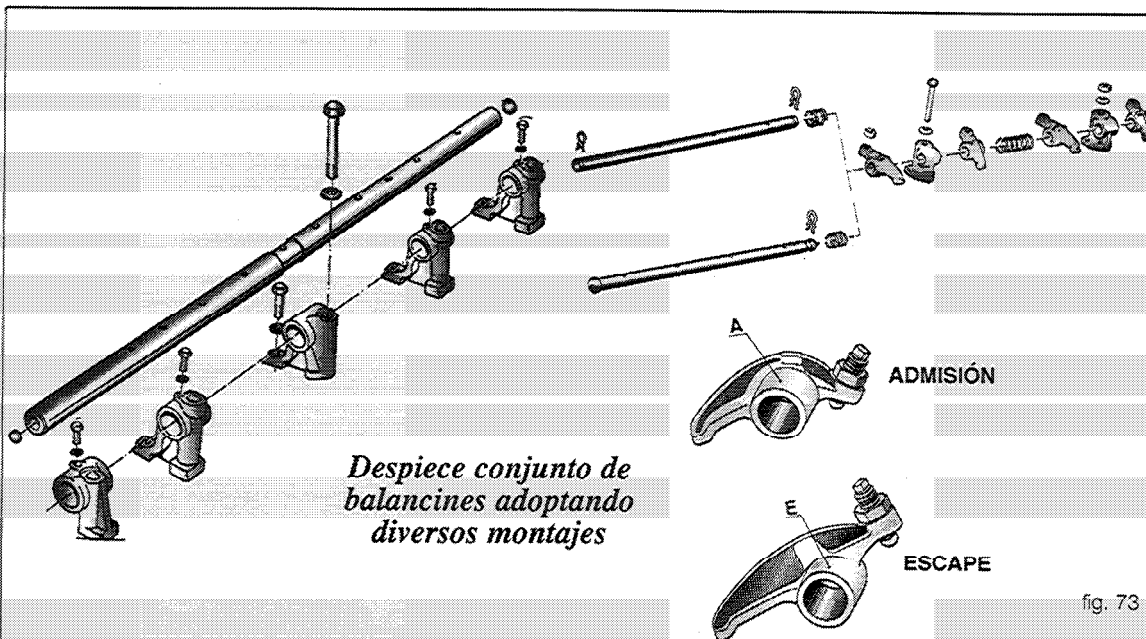


fig. 72



Despiece conjunto de balancines adoptando diversos montajes

fig. 73

Taqués hidráulicos

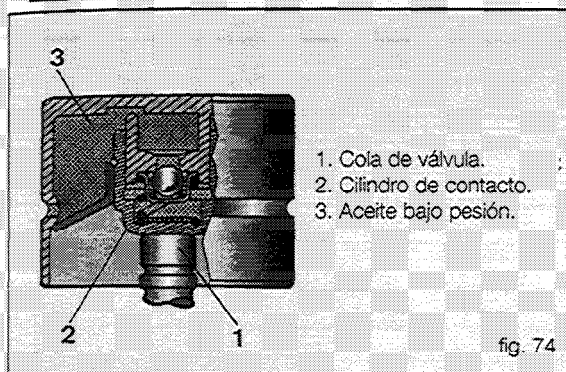


fig. 74

El montaje de los diferentes tipos de taqué de accionamiento hidráulico se ha generalizado. La ventaja de no tener que realizar un mantenimiento periódicamente así, como el hecho de no hacer tanto ruido, les ha hecho merecedores de la confianza de los fabricantes (fig. 74).

El taqué hidráulico lo podemos encontrar interpuesto entre la válvula y la leva o como en la fig. 75 entre la varilla y el balancín.

Vamos a proceder a la descripción y funcionamiento del primero.

El empujador hidráulico se compone esencialmente de dos piezas móviles:

- El empujador (6) con el pistón (7).
- El cilindro (8).

La presión ejercida por el muelle (9) separa estas dos piezas de manera que anula los juegos.

La válvula antirretorno (3) asegura el llenado y el hermetismo de la cámara de alta presión (5).

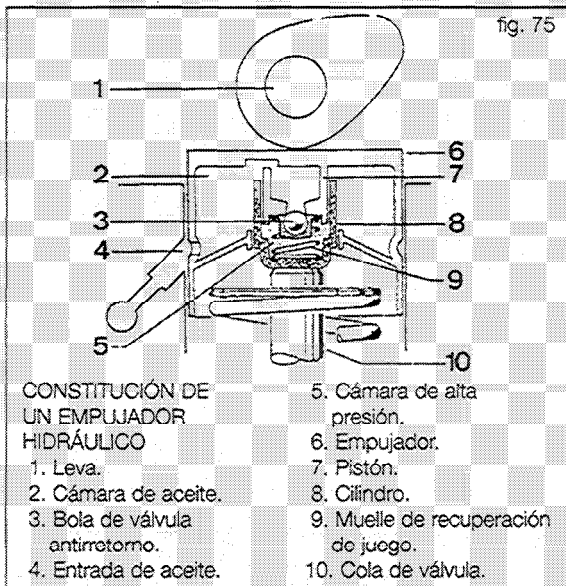


fig. 75

CONSTITUCIÓN DE UN EMPUJADOR HIDRÁULICO

1. Leva.
2. Cámara de aceite.
3. Bola de válvula antirretorno.
4. Entrada de aceite.

5. Cámara de alta presión.
6. Empujador.
7. Pistón.
8. Cilindro.
9. Muelle de recuperación de juego.
10. Cola de válvula.

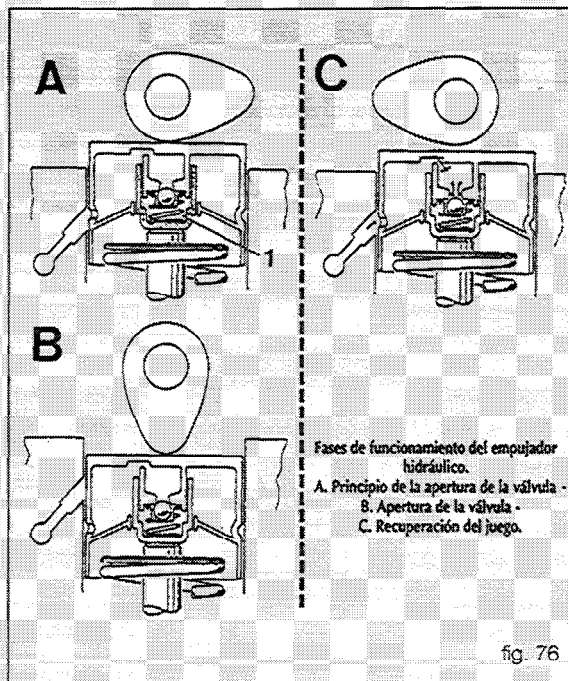


fig. 76

Funcionamiento

Principio de apertura de la válvula (fig. 76)

A. Cuando la leva ataca al empujador, la válvula antirretorno se cierra y aumenta la presión en la cámara de alta presión.

Este aumento de la presión, no obstante, no provoca compensación en el volumen de aceite de la cámara.

El empujador actúa como un elemento rígido.

Apertura de la válvula

B. La leva ejerce una fuerte presión sobre el empujador, lo que comporta un aumento de presión en la cámara. Una pequeña cantidad de aceite se escapa por el juego que existe entre el cilindro y el pistón. Esto provoca una compresión del empujador de máx. 0,1 mm durante la apertura, juego necesario para la recuperación del desgaste entre la leva y el pistón.

Recuperación del juego

C. La leva ya no ejerce presión sobre el empujador, con lo que la presión de la cámara disminuye. El muelle separa el cilindro del pistón a fin de llenar el juego entre la leva y el vástago de la válvula.

En este momento, la válvula antirretorno se abre, dejando entrar con ello aceite a presión en la cámara de alta presión. Esta cantidad depende directamente del juego a recuperar.

El sistema SV

En este sistema el árbol de levas va situado en el bloque motor y las válvulas también. Este tipo de configuración ya no se monta en los automóviles actuales. En la fig. 77 podemos ver un ejemplo correspondiente a esta disposición.

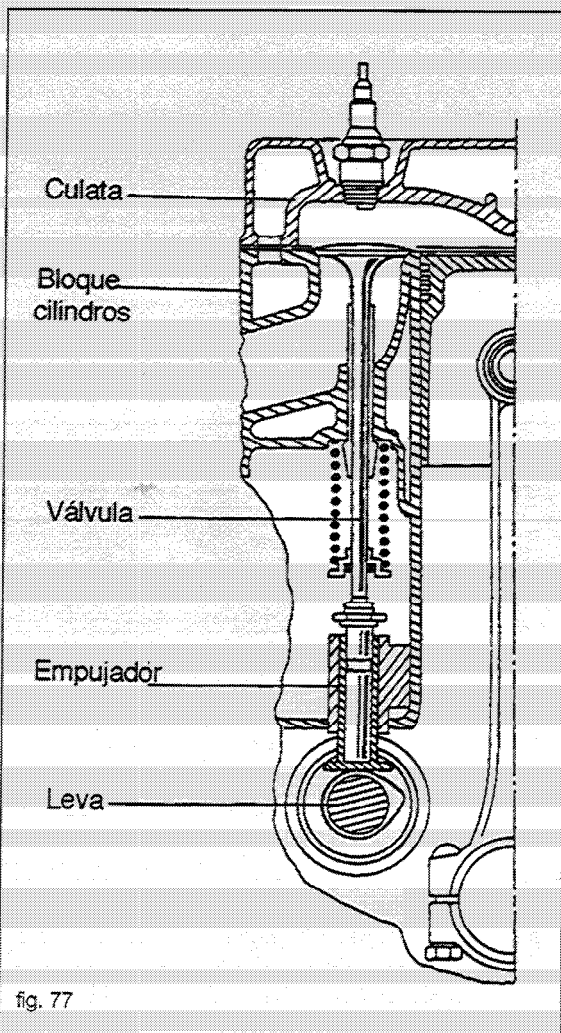


fig. 77

El sistema OHV

Se llaman así a todos los sistemas que incorporan el árbol de levas en el bloque y las válvulas en la culata o cabeza. La figura 78 muestra como desde el árbol de levas se transmite el movimiento directamente a un empujador o taqué que a la vez mueve una varilla que hará bascular el balancín sobre su eje, comunicando el movimiento a la válvula.

1. Árbol de levas.
2. Taqué.
3. Varilla.
4. Balancín.
5. Válvula.

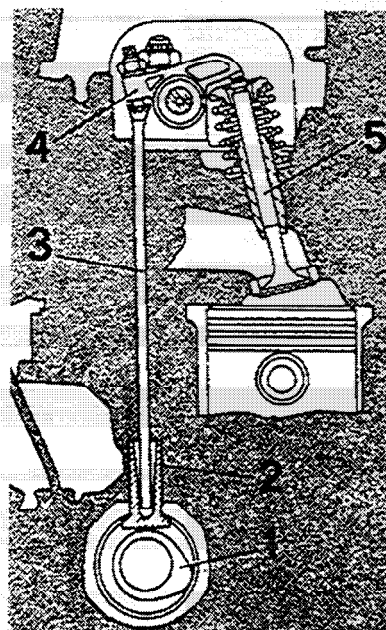
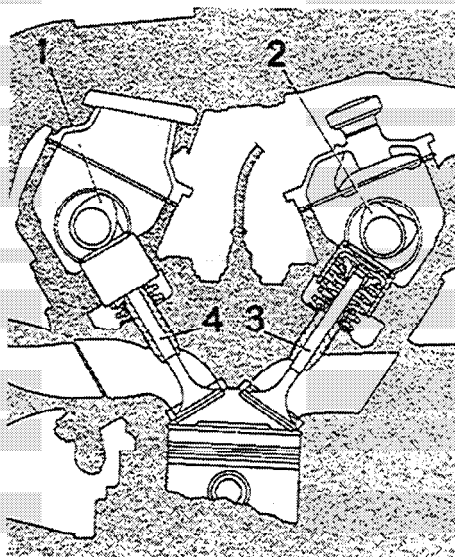


fig. 78

El sistema OHC

Este sistema recibe la denominación de las distribuciones que incorporan el árbol de levas en la culata. Puede disponerse de varias maneras:

- En función del número de árboles que incorpore podrá ser simple (OHC) o doble (DOHC), tal como puede apreciarse en la fig. 78 y fig. 79 respectivamente.



1 y 2. Árbol de levas - 3 y 4. Válvulas

fig. 79



- Con interposición de taqués que muevan las válvulas bajo la acción directa del árbol de levas (fig. 80).

- Mediante un árbol de levas que acciona las válvulas a través de balancines acodados (fig. 80)

Mando desmodrónico

En el mando de las válvulas por árbol de levas, existe un sistema llamado "mando desmodrónico". Este mando tiene la particularidad de abrir y cerrar las válvulas mecánicamente, con el fin de evitar las perturbaciones que puedan aparecer en motores que trabajan a altas revoluciones. Este sería el caso de los vehículos de competición que trabajan a más de 8.000 vueltas y en los que la acción de los muelles pueda ser lenta.

A lo largo de la historia se han montado diferentes tipos de mandos de estas características, en la fig. 81 podemos ver algunos ejemplos de mando desmodrónico.

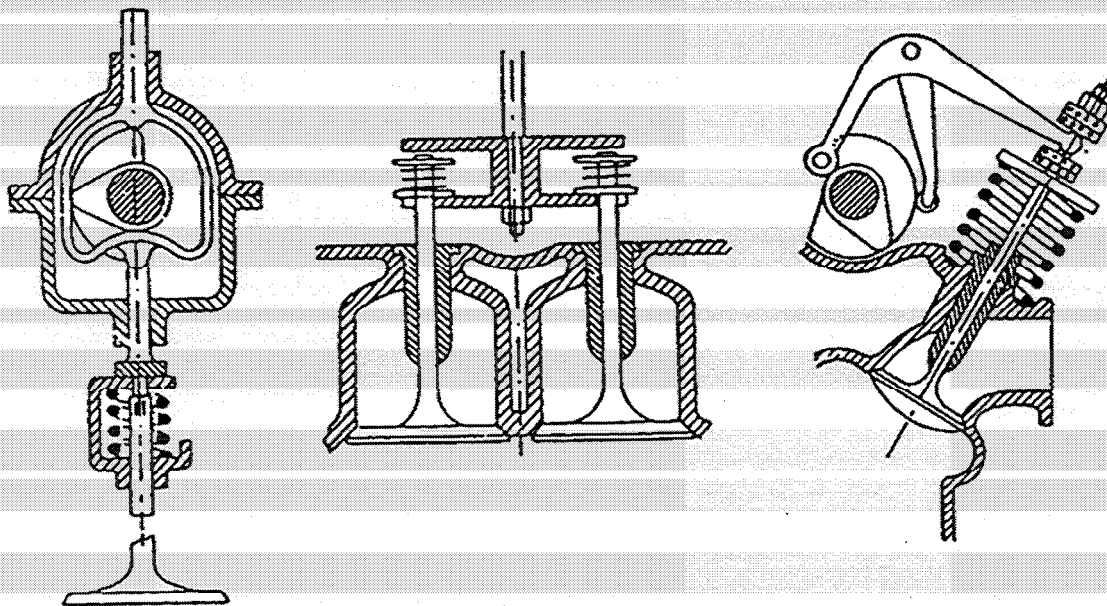
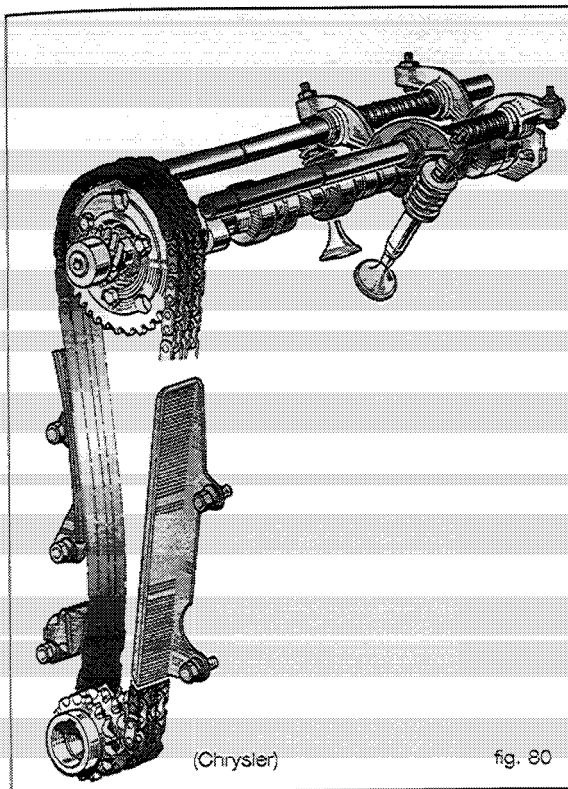


fig. 81

DIAGNOSIS DE LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL MOTOR, VÁLVULAS Y JUNTA DE CULATA

Problemas relacionados con los diferentes órganos del motor

PROBLEMA	SÍNTOMA	CAUSA
A) Golpeteo del cigüeñal	Sonido sordo y metálico que aumenta con las revoluciones del motor.	<ul style="list-style-type: none"> • Juego excesivo entre cojinete de apoyo y muñequilla. • Juego axial excesivo. • Muñequillas ovaladas. • Tornillos de fijación del volante flojos. • Problemas de engrase: aceite diluido o sin presión.
B) Golpeteo de las bielas	Golpeteo más intenso a bajas revoluciones y el cambio en punto muerto.	<ul style="list-style-type: none"> • Tornillos flojos de fijación de la tapa. • Juego excesivo entre cojinetes de biela y muñequillas del cigüeñal. • Insuficiente paralelismo de las bielas. • Problemas de engrase.
C) Defonaciones	Ruido metálico y agudo fácilmente detectable al acelerar.	<ul style="list-style-type: none"> • Incrustaciones en el interior de la cámara. • Combustible bajo de octanos. • Distribución desfasada (encendido avanzado). • Mezcla pobre.
D) Golpeteo en los pistones	Sonido sordo de los cilindros, más perceptible a bajos regímenes.	<ul style="list-style-type: none"> • Pistones desgastados • Juego excesivo entre pistones y cilindros. • Juego excesivo entre bulón y masa del pistón. • Segmentos desgastados o rotos. • Lubricación insuficiente.



Problemas relacionados con el ajuste de válvulas

PROBLEMA	SÍNTOMA	CAUSA
A) Golpeteo de empujadores rumorosa de válvulas balancines.	Se oye "repiqueo" a intervalos regulares.	<ul style="list-style-type: none"> • Juego excesivo entre empujador y asiento en el bloque. • Juego excesivo entre válvulas y balancines. • Rotura muelle de válvula. • Juego entre balancines y eje. • Juego excesivo entre válvula y guía.
	Ruido de golpeteo intenso	<ul style="list-style-type: none"> • Resinificación, carbonización, atascamiento debido a presencia de partículas. • Asiento no estanco de la válvula de bola.
B) Ruidos en empujadores hidráulicos.	Ruido de golpeteo moderado.	<ul style="list-style-type: none"> • Atascamiento por suciedad de la válvula de bola y asiento. • La válvula de bola es imperfecta.
	Ruido de tintineo esporádico.	<ul style="list-style-type: none"> • Salida demasiado rápida de aceite del empujador, el émbolo presiona contra el cuerpo del empujador.
	Caída de revoluciones y pérdida de potencia.	

61

Problemas relacionados con la junta de culata

PROBLEMA	SÍNTOMA	CAUSA
A) Junta de culata en mal estado.	Reducción del nivel de líquido de refrigeración. Se realiza de forma lenta y constante.	<ul style="list-style-type: none"> • Parte del líquido penetra en la cámara de combustión.
	Burbujas en el vaso de expansión al abrirlo con el motor en marcha. El agua sale a borbotones.	<ul style="list-style-type: none"> • Los gases de la combustión son empujados dentro del sistema de refrigeración.
	Manchas coloreadas en la superficie del líquido de refrigeración.	<ul style="list-style-type: none"> • El aceite penetra en el circuito de refrigeración.
	Humo blanco en los gases de escape.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaporación del líquido en la cámara de combustión.
	En la varilla del aceite aparece una emulsión gris.	<ul style="list-style-type: none"> • Mezcla del líquido refrigerante con el aceite.

HERRAMIENTAS Y ÚTILES DE TRABAJO

En la reparación de automóviles, cada vez más, es necesario un completo equipo de herramientas y utillajes, según la necesidad de la operación en que vayamos a intervenir. En este primer apartado de trabajo práctico del motor, se utilizan una serie de herramientas básicas y otra más específicas. Antes de entrar a conocer las pautas que hemos de seguir para el correcto desarrollo de cada uno de los apartados, vamos a conocer un

poco los útiles y herramientas que vamos a necesitar.

En primer lugar, tal como podemos ver en la fig. 1, éstas serían algunas de las herramientas de uso más común para la consecución de los trabajos de índole general.

En este apartado vamos a hacer mención de las herramientas, utillajes más específicos, los cuales serán utilizados en los trabajos de dicho apartado.

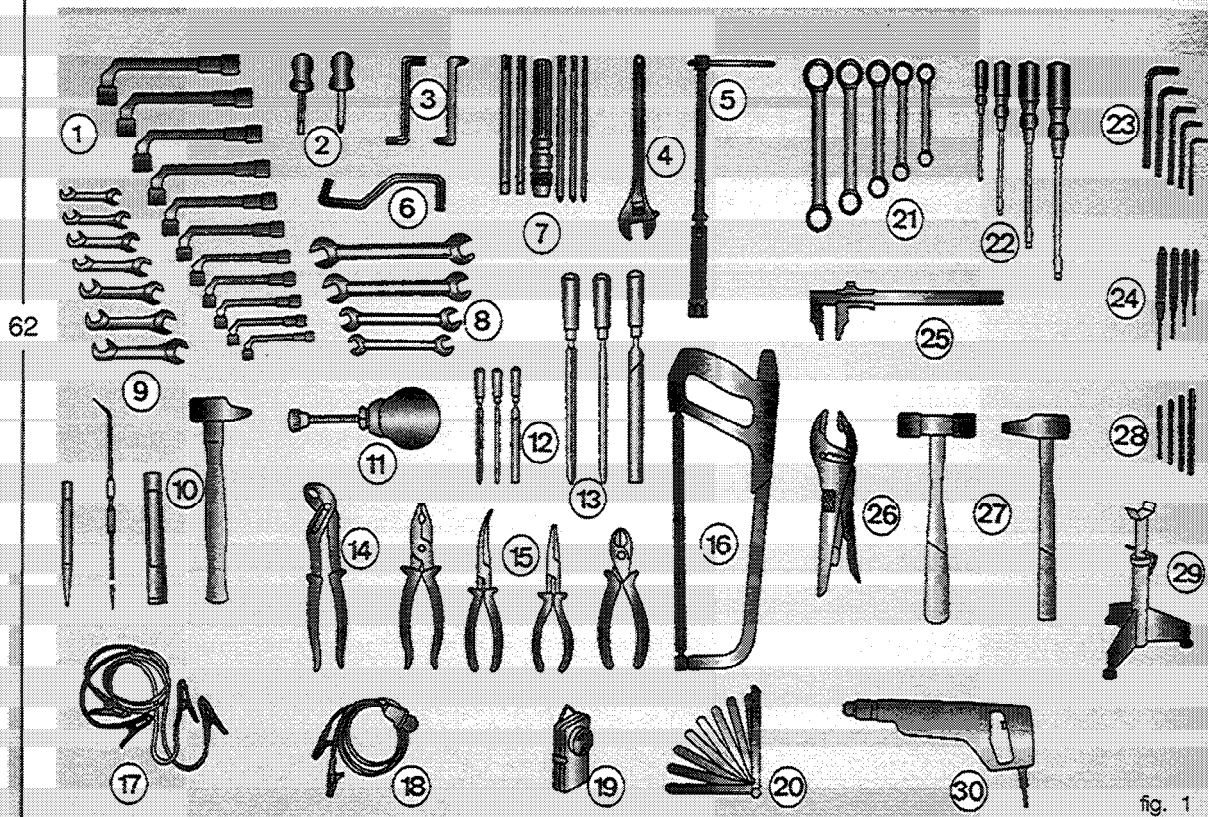


fig. 1

- | | | |
|---|---|--|
| 1. Juego de llaves acodadas. | 10. Un martillo, un escarpe, un punzón y una punta de trazar. | 21. Juego de llaves de estrella plana. |
| 2. Destornilladores mango de bola. | 11. Llave filtro aceite. | 22. Juego de destornilladores. |
| 3. Destornilladores acodados. | 12-13. Juego de limas. | 23. Juego de llaves "allen". |
| 4. Llave inglesa. | 14-15. Alicates para diversos usos. | 24. Botadores. |
| 5. Llave de bujías. | 16. Sierra de metal. | 25. Pie de rey. |
| 6. Llave "Allen" acodada. | 17. Cables de arranque. | 26. Alicates de presión. |
| 7. Destornillador con puntas intercambiables. | 18. Lámpara de prueba. | 27. Martillo de plástico y de carrocero. |
| 8. Juego de llaves fijas planas. | 19. Lámpara de bolsillo. | 28. Juego de brocas. |
| 9. Juego de llaves fijas de abertura inclinada. | 20. Juego de galgas. | 29. Caballete. |
| | | 30. Máquina de taladrar. |



Grúa elevación motor

Necesaria para poder soportar el peso de los diferentes conjuntos motor con que operemos. Es importante que tenga un buen brazo que pueda desplazarse a una distancia máxima para facilitar su colocación desde cualquier ángulo sin chocar con ningún punto del propio vehículo.

Soporte grupo motopropulsor

Estos soportes pueden permitir la realización de trabajos desde posiciones diferentes del propio motor o de alguno de sus componentes. Permite el trabajo de una sola persona, sin tener que necesitar de la continua ayuda de alguien.

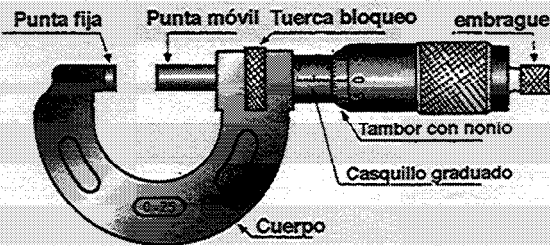
Pie de rey

Permite medir las piezas cilíndricas, tanto en diámetros interiores como exteriores, así como las distancias y profundidades. Las partes de que está formado las podemos ver en la fig. 2. Su capacidad de medida dependerá de la longitud de la regla. El grado de precisión vendrá dado por el nonio que

lleva en la corredera y que permite ajustar medidas en función de su distancia (0,01, 0,05). Actualmente se utilizan medidores digitales que ofrecen el valor directamente con la aparición de los dígitos exactos de la medida efectuada.

Palmer o micrómetro

Este aparato permite medir valores de medida hasta 0,01 de milímetro. En la fig. 3 podemos ver las partes que componen uno de medidas exteriores.



63

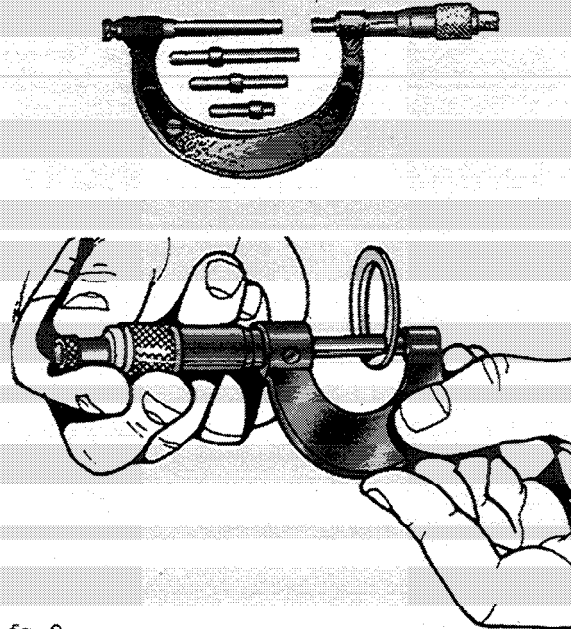
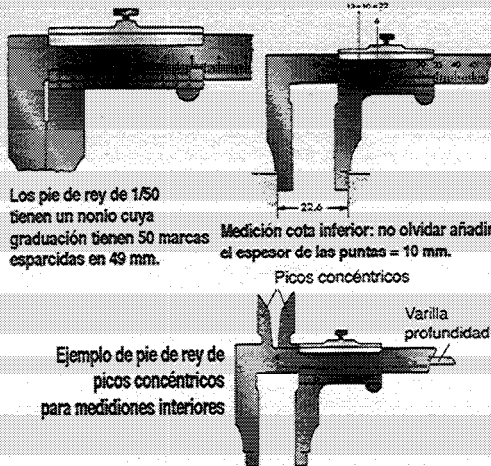


fig. 3

Reloj comparador

Este reloj ofrece una gran precisión, por lo que su utilización en el motor es importante para todos aquellos órganos que nos exigen valores muy ajustados. Este sería el caso de juegos axiales y longitudinales en el cigüeñal, en las válvulas, en el árbol de levas, en los cilindros, etc.



fig. 2

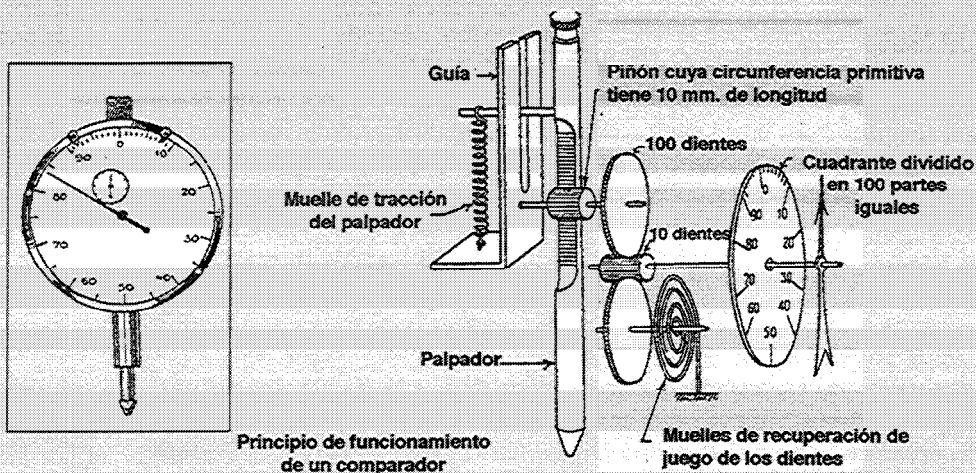


fig. 4

Una multiplicación de engranajes aumenta y transmite a una aguja el movimiento del palpador a lo largo de la esfera graduada en 100 partes. Una vuelta completa corresponde a 1 mm. de recorrido del palpador, o sea que cada división de la escala representa 0,01 mm. El campo de medición suele ser de 10 mm. (fig. 4)

Juego de galgas

Utilizadas para medir holguras o separaciones generalmente dentro del campo de las décimas. Su utilización es amplia en el motor: reglaje de válvulas, juego del cojinete de biela, juego de los aros en el pistón, desgaste de aros, etc.

Llave dinamométrica (fig. 5)

Para poder realizar el apriete de los tornillos al par previsto por el fabricante debemos disponer de una llave dinamométrica que permita poder ejercer un control constante sobre el esfuerzo aplicado. Para ello se utilizan las llaves dinamométricas que según su forma constructiva podrán ser:

- De lectura directa sobre un sector graduado que se desplaza a medida que ejercemos el par.
- Por prerreglaje del valor a realizar en la propia llave, mediante ajuste manual con indicación tipo nonius del pie de rey o un número.
- Mediante apriete angular en el que se realiza previamente un primer apriete a un determinado valor de par y luego se controla por un valor determinado en grados. En este proceso los valores vienen indicados en un orden preestablecido por el fabricante.

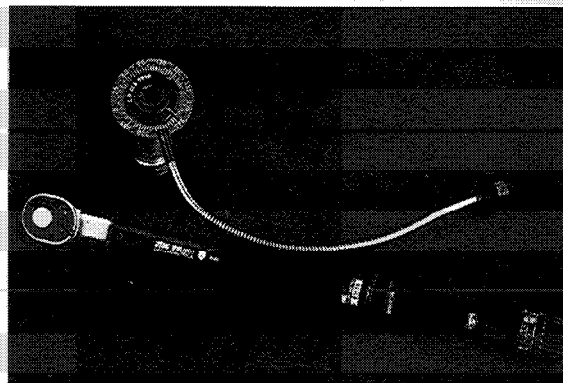
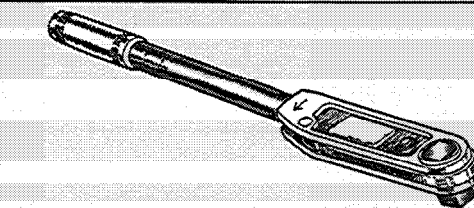
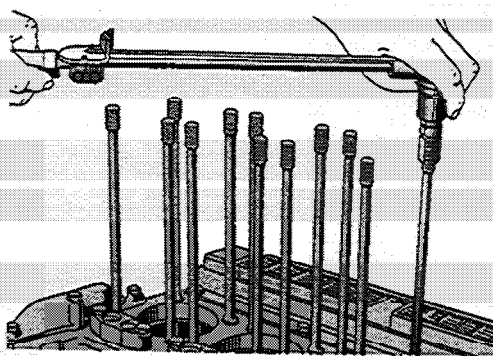


fig. 5



El reglaje del par se obtiene por ajuste en la propia llave (la lectura se hace como en un palmer)



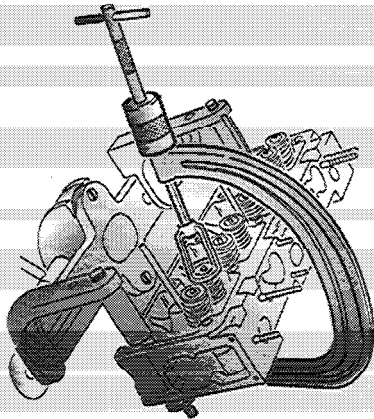
Llave dinamométrica de lectura directa



Útil para el desmontaje de válvulas

Mediante este útil podremos comprimir el muelle de las válvulas para poder sacar los semiconos y las copelas que lo sujetan y así permitimos sacar las válvulas de sus guías. En la fig.6 pueden verse algunos de los utilizados.

CULATA



Desmontaje o colocación de válvulas
1. Guía de válvulas

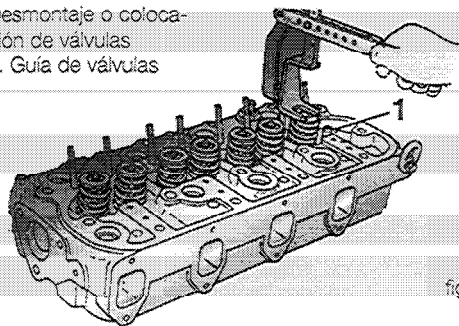


fig. 6

Comparador de cilindros (fig. 7)

Se encarga de medir el diámetro del cilindro a lo largo de toda la carrera por la que pasa el pistón desde diferentes puntos para poder así ofrecer el valor de ovalización y conicidad que se haya podido producir por el desgaste.

Útil para el desmontaje de los bulones del pistón

Es ideal para poder apoyar y centrar el bulón para su extracción en prensa (fig. 8).

Alicates de segmentos

Se utilizan para poder sacar o colocar los segmentos de una forma cómoda y sin peligro de roturas del pistón (fig. 9).

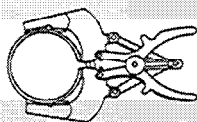


fig. 9

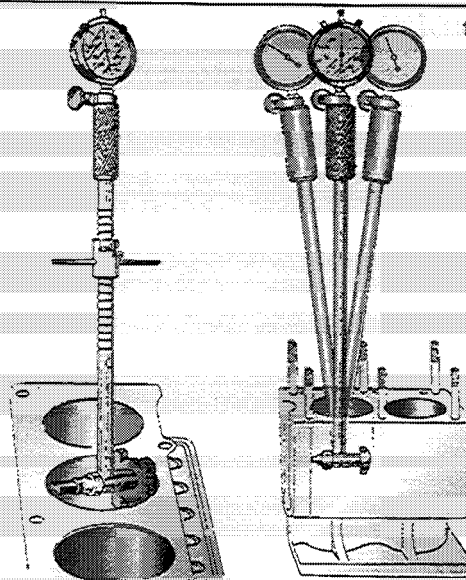


fig. 7

Comparador de interiores de los cilindros

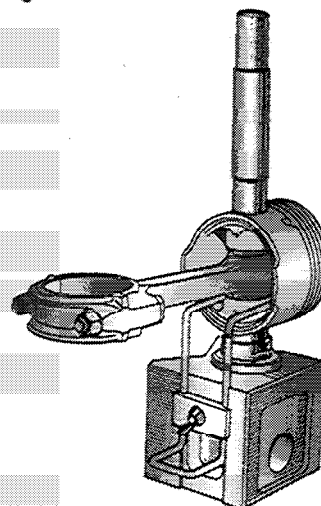
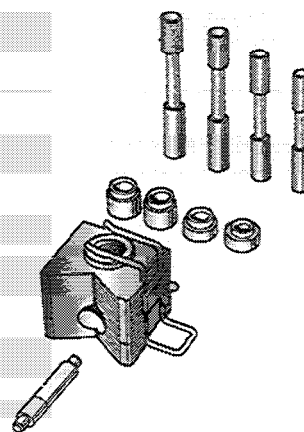


fig. 8

Mármol y apoyos en "V"

Para el apoyo de las piezas que requieren una comprobación mediante reloj comparador de las posibles deformaciones, se utiliza un mármol con dos apoyos sobre los que se coloca la pieza a comprobar (fig. 10)

Control de un cigüeñal. El comparador indica el valor de la deformación

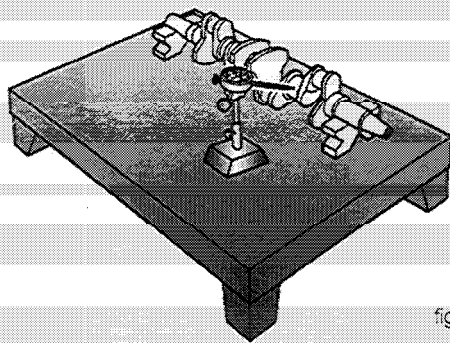


fig. 10

66 Ceñidor de segmentos

Se utiliza para comprimir los segmentos y permitir así su colocación en el cilindro cuando se procede a su montaje (fig. 11).

Diversos útiles y herramientas especiales

En la figura 12 vemos diversos útiles empleados para la realización de trabajos específicos en el motor.

Medidor de tensión de la correa de la distribución.

Un exceso o defecto de apriete en la correa de distribución puede provocar graves repercusiones en el motor. Por ello es necesario un apriete ajustado a los valores que en la mayoría de los casos determina el fabricante. Existen varias maneras de medir: mediante medidor manual, electrónico o en caso de no disponer de alguno de los dos, ejerciendo un giro de noventa grados con la mano.

Nota: Estos medidores se ven en el apartado práctico.

Anillo de montaje de pistón con segmentos en la camisa.

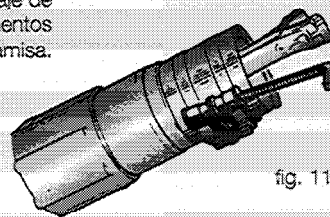
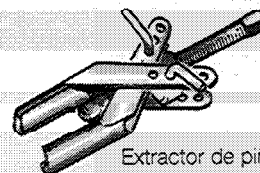
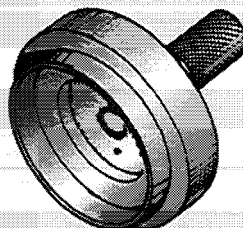


fig. 11

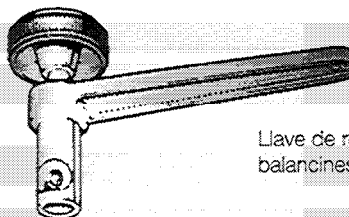
Diversos útiles y herramientas especiales



Extractor de piñón-rodamiento.

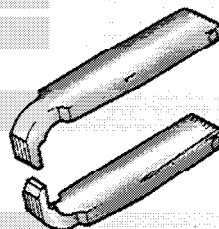


Mandril de colocación de la junta de soporte de cigüeñal por el lado volante motor.



Llave de reglaje de los balancines.

Mandril de centrado de disco de embrague.



Juego de dos garras con gran uña.

fig. 12

Útil de reglaje de los balancines

En este caso el útil se empleará según el tipo de taqués utilizados. En la fig. 13 pueden verse algunos.

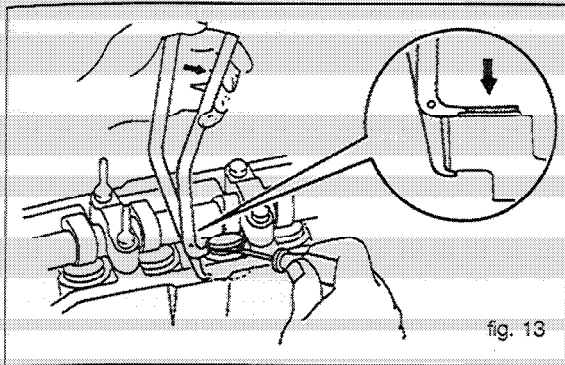
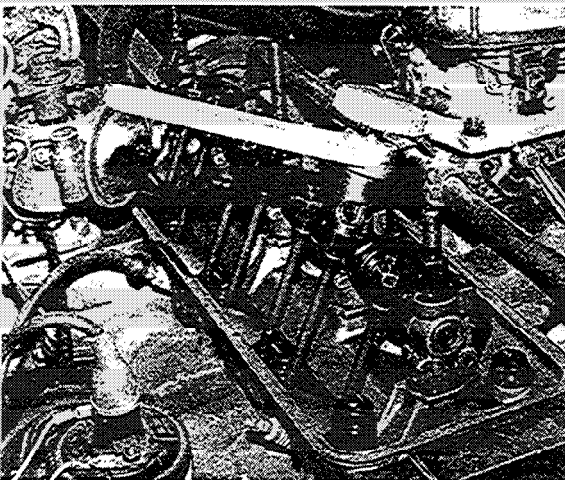


fig. 13



Control de juegos con "plastigage"

Mediante este sistema puede medirse el juego existente entre dos superficies que requieren de un ajuste determinado, tal como puede apreciarse en la fig. 14, entre los semicojinetes de biela y el cigueñal. Para ello, se aplica en la superficie del semicojinete un hilo de "plastigage", se monta al par prescrito y se vuelve a sacar. La superficie aplastada se comparará con una regla graduada que va a dar la medida del juego.

En la figura 15 podemos ver diversos útiles para el trabajo de desmontaje del motor:

- a) Cable de sujeción.
- b) Soporte universal del motor.
- c) Llave para la extracción del filtro.

fig. 14

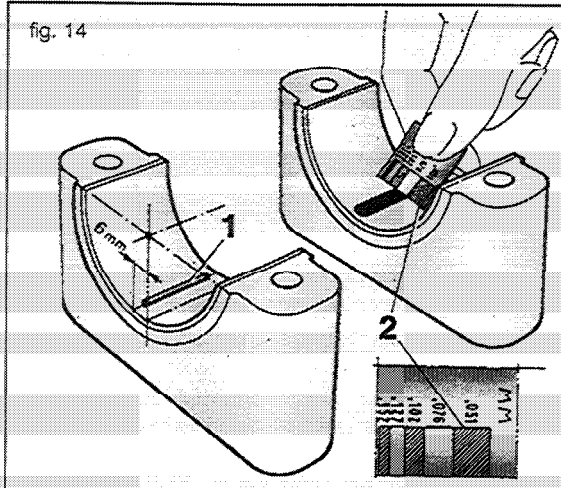
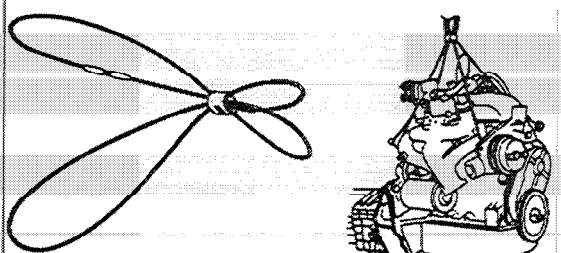
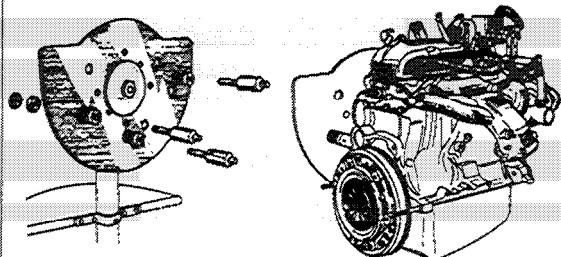


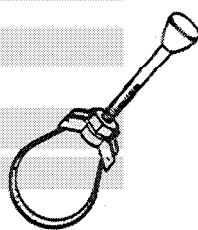
fig. 15



a) Cable para levantar el conjunto motor-caja de cambios, o el motor solo.



b) Soporte motor universal.



c) Llave para filtro de aceite.

Diversos útiles y herramientas especiales

TRABAJOS PRACTICOS EN UN MOTOR (Rover 2.0 - 2.2)

Desmontaje del grupo motopropulsor.

Desarmado del motor.

Desmontaje de la correa de la distribución.

Desmontaje de la culata.

Desarmado del bloque motor.

Trabajo en las piezas fijas del motor.

Limpieza del bloque.

Control del bloque de los cilindros.

- Plano de apoyo de la culata.

Control y verificaciones en la culata.

- Desmontaje de las válvulas.

- Control de las válvulas y las guías.

- Cambio de una guía de válvula.

- Control del árbol de levas.

- Control del juego axial.

- Control del juego radial.

- Control de los balancines.

- Control de la planitud de la culata.

- Control de la altura de las válvulas.

- Comprobación de los asientos de válvula y rectificado.

- Montaje de válvulas y árbol de levas.

- Montaje y apriete de la culata.

Reacondicionamiento del motor.

Conjunto biela y pistones.

- Control del bulón del pistón.

- Control de los pistones y segmentos.

- Control de las bielas.

- Ensamblado del conjunto biela pistón.

Control del cigüeñal.

- Medición del salto.

- Medición de la ovalización y la conicidad.

- Medición del juego radial.

- Medición del juego axial.

Emparejamiento de los cojinetes del cigüeñal.

Control de los ejes compensadores.

- Medición del salto.

- Medición de la conicidad.

- Medición del juego radial.

Ensamblado del motor.



CONSEJOS PARA EL TRABAJO EN EL MOTOR

Antes de proceder al desmontaje del motor hemos de disponer de un manual que nos permita conocer las diversas características del mismo.

Trazaremos un proceso de desmontaje metódico y ordenado de las piezas que lo componen.

Tomaremos nota de las diferentes herramientas y útiles que vamos a necesitar.

También será necesario conocer los diferentes valores de medida y tolerancias de las piezas, así como los pares de apriete prescritos para cada una de las mismas.

Emplearemos siempre las herramientas y los útiles adecuados para cada trabajo.

Dispondremos con orden de los tornillos y tuercas que desmontaremos así como las piezas que vayamos sacando.

Procederemos a la limpieza de todas las piezas y a su protección.

CONTROLES GENÉRICOS EN LOS ÓRGANOS MECÁNICOS DEL MOTOR

Control del bloque.

Cilindros.

- Ovalización.
- Conicidad.

Deformación del plano del bloque.

Cojinetes del árbol de leva.

- Conicidad.
- Juego entre eje y cojinete.

Camisas húmedas.

- Alzada respecto al bloque.
- Tolerancia entre camisas.

Rectificado entre cilindros.

- Valores sobremedida y tolerancias.

Control de la culata.

Juego entre válvula y guía.

Muelles de válvula.

Empujadores.

Juego entre balancines y su eje.

Control del cigüeñal.

Conicidad.

Ovalización.

Juego axial.

Control entre bielas y pistones.

Juego axial de las bielas.

Juego radial.

Juego entre casquete y bulón del pie de biela.

Juego entre el pistón y el cilindro.

Medida del pistón.

Tolerancia entre segmentos.

- Juego entre puntas.
- Juego de profundidad.
- Juego lateral.

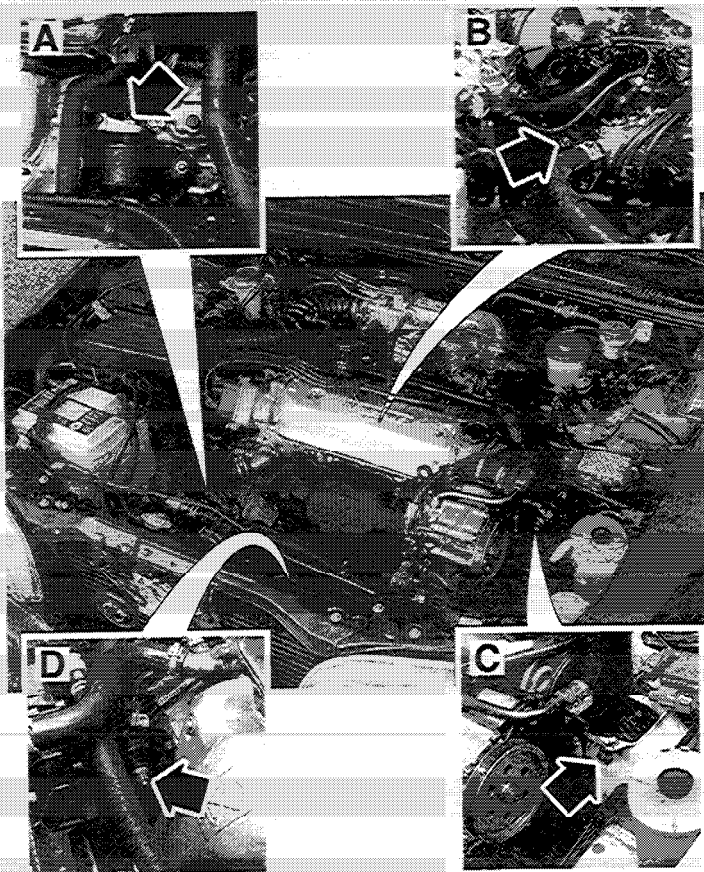
Control de la distribución.

Control del calado.

Juego entre dientes (distribución por piñones).

Tensión de la correa dentada.

DESMONTAJE DEL GRUPO MOTOPROPULSOR



Desmontaje del conjunto de motor y caja de velocidades

A. Soporte derecho del motor - B. Soporte trasero del motor - C. Soporte izquierdo del motor - D. Soporte delantero del motor - Flechas: tornillos de fijación

Para proceder a la extracción del motor vamos a operar siguiendo el proceso que describiremos a continuación. En este caso las ilustraciones y fotografías corresponden a un vehículo de gasolina de la marca Rover que nos va a servir para marcar unas pautas de proceso. También vamos a ver aspectos comparativos con dos tipos de motor 2.0 y 2.3 que montan simple y doble árbol de levas en culata, respectivamente.

- Levantar la parte delantera del vehículo y colocar sobre caballetes.
- Desmontar las ruedas delanteras y el carenado de protección de debajo del motor.
- Abrir completamente el capó.
- Desconectar la batería.
- Vaciar el circuito de refrigeración.
- Vaciar el aceite del motor y de la caja de velocidades o el cambio automático.

- Desmontar la tubería de entrada del aire y demontar el filtro de aire (fig. 16).

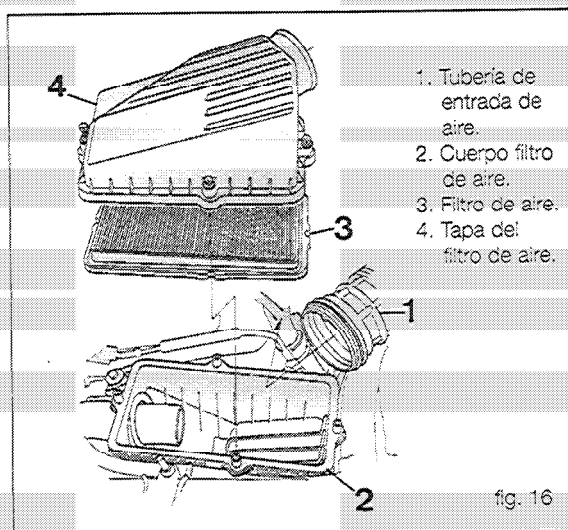
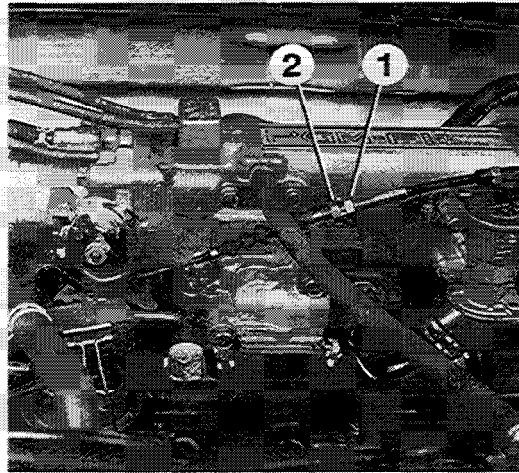


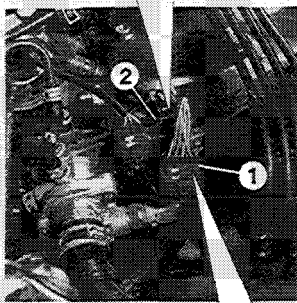
fig. 16



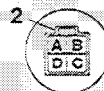
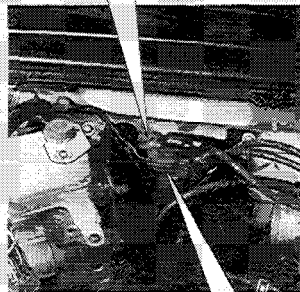
- Sacar la batería con su soporte.
- Sacar el cable del motor de arranque y la trenza de masa del motor.
- Desmontar los manguitos de alimentación y sobrante del carburante.
- Sacar el conjunto de cables del motor.
- Desenganchar el cable del acelerador de la caja de mariposa sin aflojar la tuerca de reglaje (1 y 2).
- Desconectar el cable de alimentación de la caja de fusibles.
- Desempalmar el tubo de recirculación de los vapores de aceite, el manguito del depósito de carbón activo y el manguito de depresión del servofreno.
- Desenchufar todos los conectores relacionados con la gestión del motor (fig. 17).



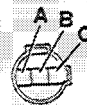
A	B	C	D
F	G	H	



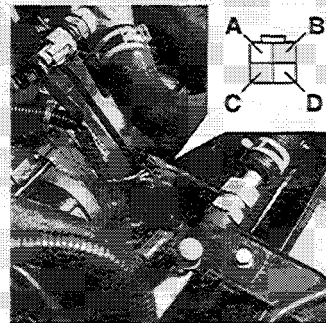
1. Bornes del conector de captador de cigüeñal/cilindro - 2. Bornes del conector (2 clavijas) del captador de la señal de salida de encendido.



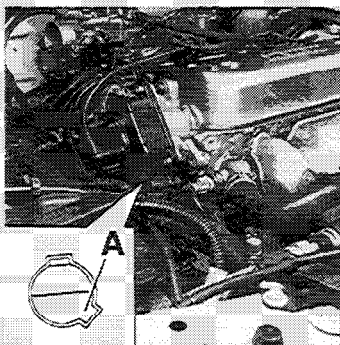
1. bornes del conector de captador de presión absoluta - 2. Bornes del conector (8 clavijas) de la señal de salida de distribuidor de encendido, de la electroválvula de recirculación de gases de escape y del conector de electroválvula de filtro de carbón activo.



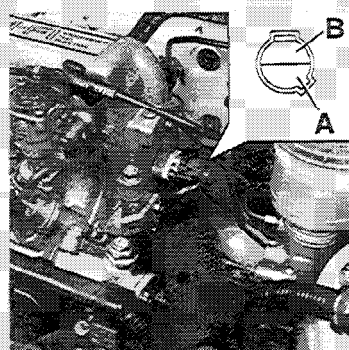
Bornes del conector del captador de posición de la mariposa.



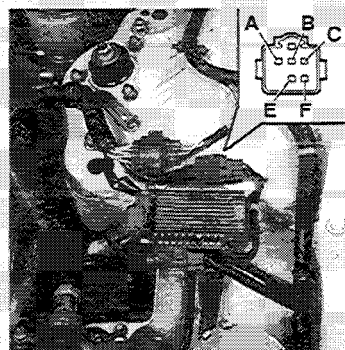
Bornes del conector de la sonda Lambda.



Bornes del conector de la sonda de temperatura de líquido refrigerante.



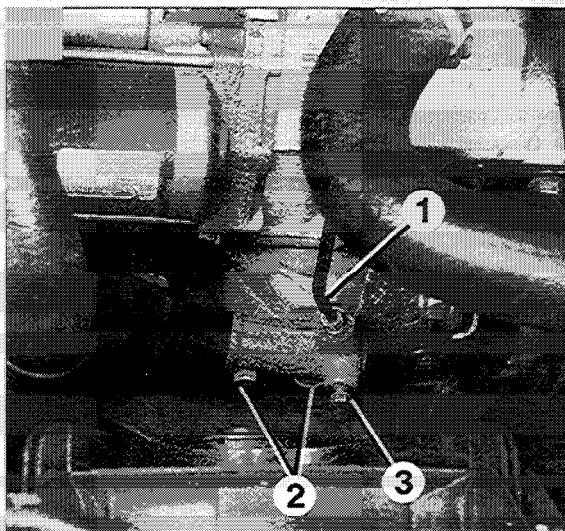
Bornes del conector de la sonda de temperatura de aire.



Bornes del conector de las resistencias de los inyectores.

fig. 17

- Desconectar los cables de masa del motor carrocería.
- Sacar la correa y la bomba de asistencia de la dirección. En este caso, taponar el tubo de entrada y no desempalmar el manguito.
- Desmontar el ventilador del condensador.
- Sacar la correa del alternador.
- Desmontar el compresor de la climatización.
- Desempalmar de la culata los manguitos del circuito de refrigeración y de calefacción.
- Desmontar el cable de paso y selección de las marchas.
- Desmontar el cilindro esclavo del embrague y el conjunto de tubo y manguito sin pisar el pedal.
- Desmontar el amortiguador de embrague.
- Desmontar el captador de velocidad del vehículo de dirección asistida.
- Colocar un dispositivo de izado y levantar ligeramente el motor.
- Desmontar el tubo descendente de escape.
- Desmontar las dos transmisiones.
- Hacer descender el dispositivo de izado.
- Quitar los tornillos de fijación de los soportes de motor y caja de velocidades (fig. 18).



1. Tubo del líquido -
2. Tornillo de sujeción - 3. Tornillo de purga

- Comprobar que todos los manguitos estén desempalmados y todas las conexiones eléctricas desconectadas.
- Levantar el motor y sacarlo del compartimento.

72

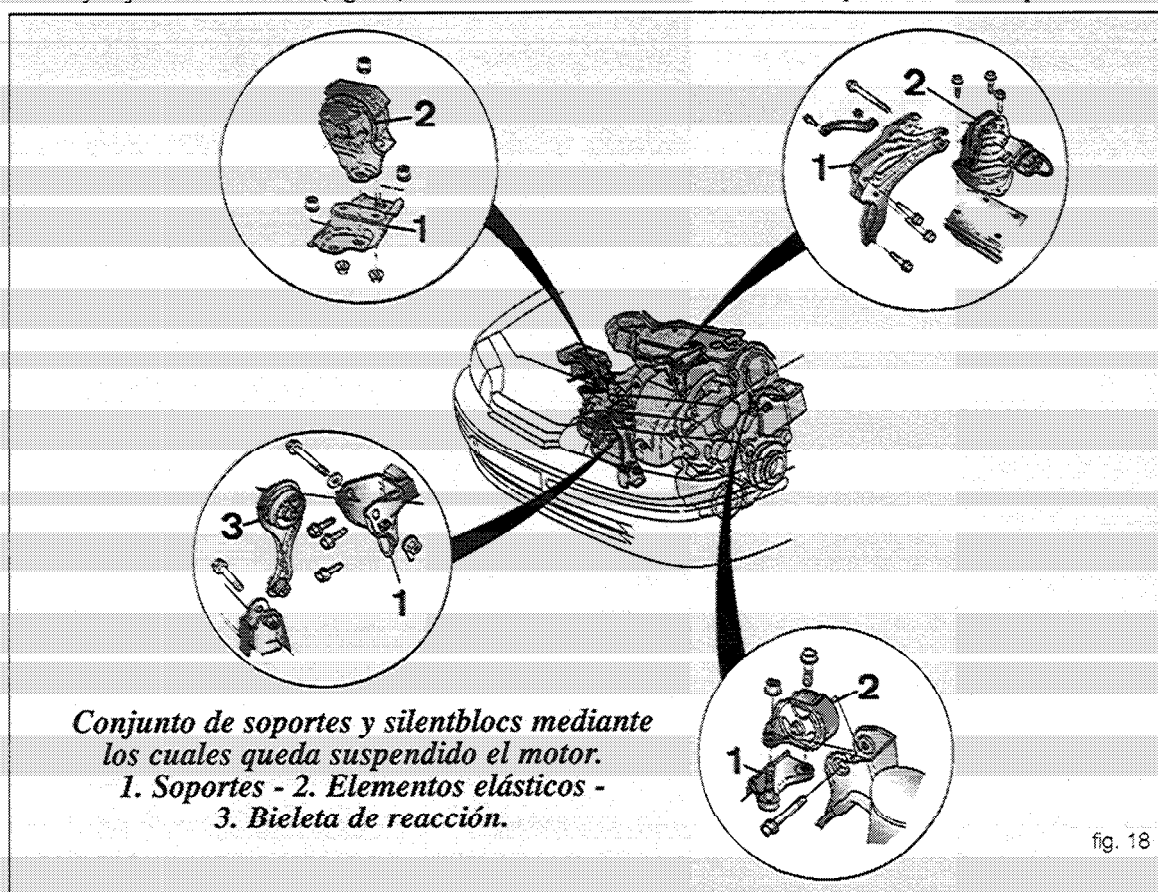
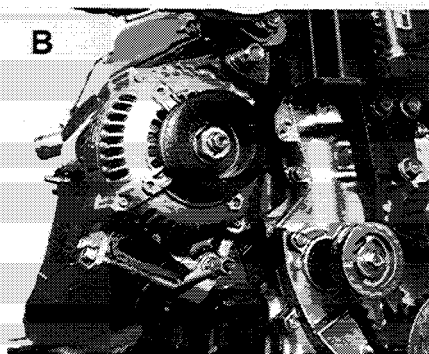


fig. 18

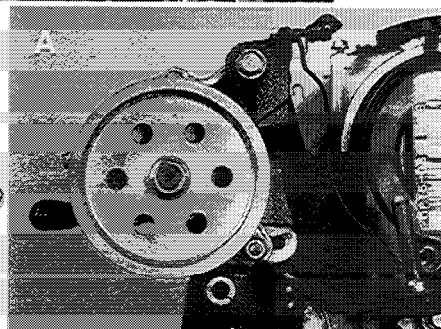


DESARMADO DEL MOTOR (fig. 19)

- Separar el motor de la caja de velocidades.
- Colocar el motor en un soporte adecuado.
- Desmontar el mecanismo de embrague y disco (marcando el sentido de montaje del disco de embrague).
- Desmontar las bujías.
- Desmontar los soportes de la bomba de asistencia (A), del alternador (B) y del compresor de climatización (en caso de incorporarlo) (figuras de la derecha).
- Desmontar el motor de arranque.



Fijación del alternador.



Fijación de la bomba de asistencia de dirección.

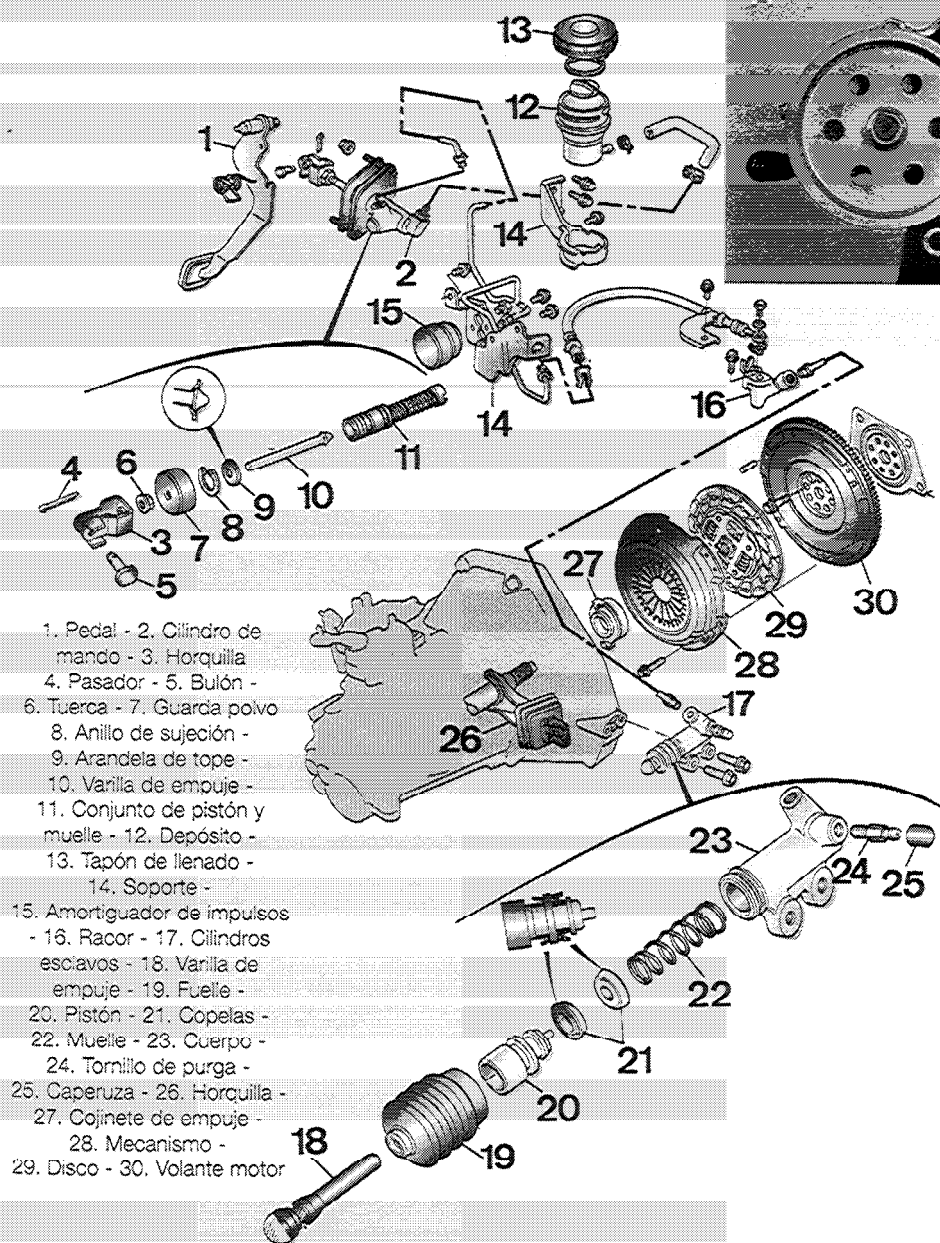
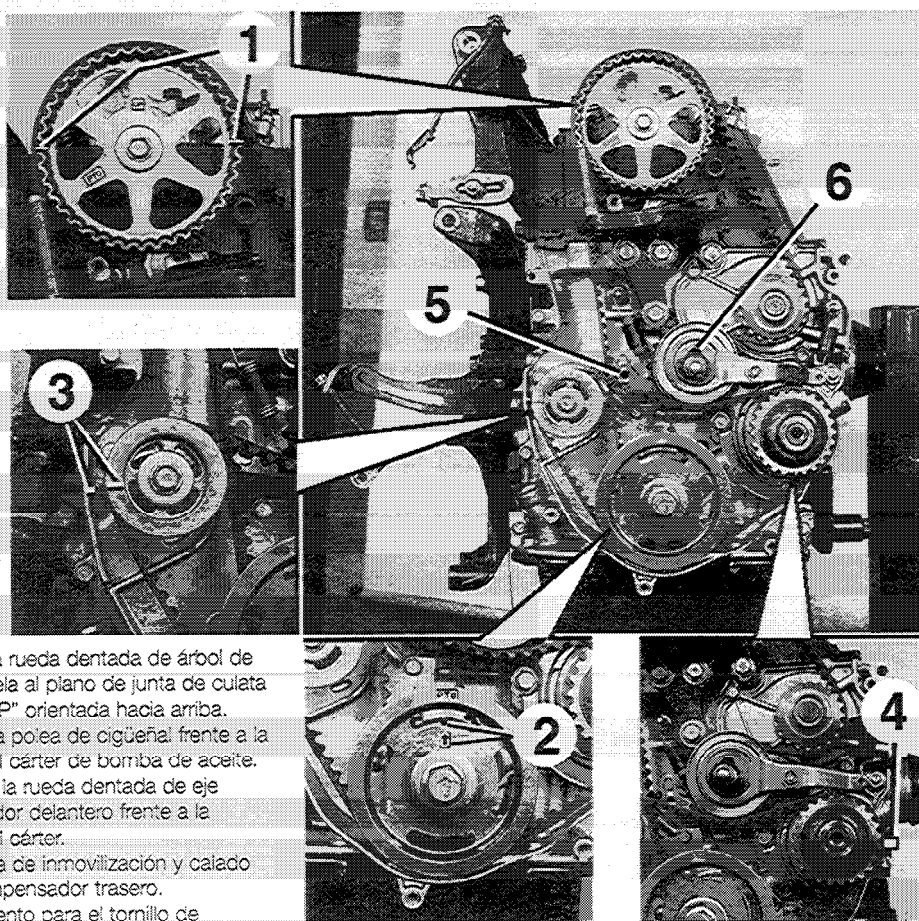


fig. 19

DESMONTAJE DE LA CORREA DE LA DISTRIBUCIÓN



1. Marca de la rueda dentada de árbol de levas paralela al plano de junta de culata y marca "UP" orientada hacia arriba.
2. Flecha de la polea de cigüeñal frente a la marca en el cárter de bomba de aceite.
3. Muesca en la rueda dentada de eje compensador delantero frente a la marca en el cárter.
4. Herramienta de inmovilización y calado del eje compensador trasero.
5. Emplazamiento para el tornillo de bloqueo del brazo de reglaje.
6. Tuerca de reglaje.

• Hacer girar hasta poner el cilindro nº1 en P.M.S. (marca blanca en el volante motor o en el diafragma de arrastre frente al índice en el bloque motor).

• En el motor con árbol de levas simple, la marca "UP" debe estar orientada hacia arriba y las dos marcas de la rueda dentada deben estar colocadas frente a la superficie superior de la culata.

• En el motor con doble árbol de levas, las marcas "UP" deben estar orientadas hacia arriba y las marcas de las ruedas dentadas deben estar alineadas.

• Sacar la tapa de culata.

• Desmontar la tapa superior de distribución.

• Aflojar el tornillo de polea de cigüeñal.

• Sacar la junta de goma de alrededor de la tuerca de reglaje de la correa de distribución.

• Desmontar la tapa inferior de distribución.

• Con ayuda de uno de los tornillos de montaje de la tapa inferior de distribución, bloquear el brazo de reglaje de la correa de distribución.

• Aflojar la tuerca de reglaje de la correa de distribución.

• Empujar el tensor para destensar la correa de los ejes compensadores, apretar la tuerca de reglaje y sacar la correa.

• Marcar el sentido de giro de la correa antes de sacarla.

• Aflojar la tuerca de reglaje y el tornillo de bloqueo del brazo de reglaje.

• Empujar el tensor para destensar la correa de distribución y apretar la tuerca de reglaje.

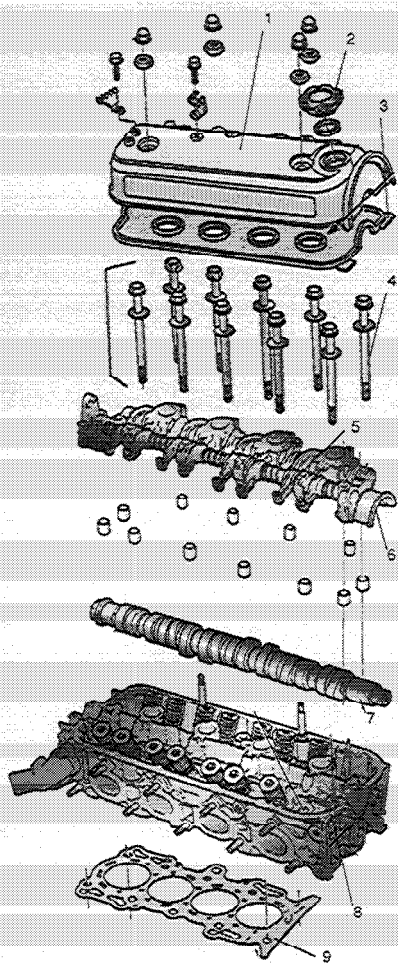
• Sacar la correa de distribución.



DESMONTAJE DE LA CULATA (fig. 20)

- Sacar los cables de bujías y el distribuidor de encendido.
- Desenchufar los conectores unidos a la culata y al colector de admisión.
- Desempalmar de la culata los manguitos de líquido refrigerante y los de calefacción.
- Sacar la caja del termostato.
- Desmontar el colector de admisión.
- Desacoplar el tubo descendente de escape del colector.
- Desmontar el colector de escape.

En culata de simple árbol de levas:

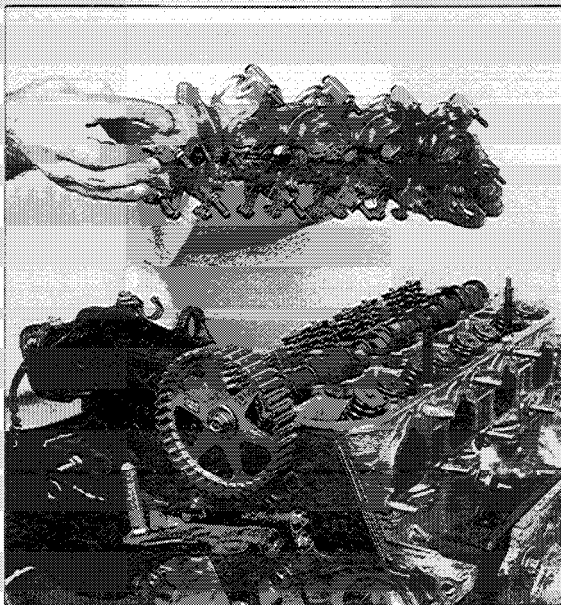


Culata motor 2.0

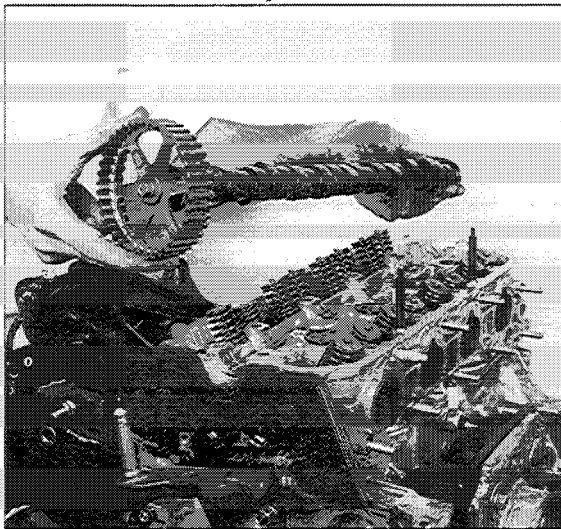
1. Tapa de culata - 2. Tapón del orificio de llenado de aceite de motor - 3. Junta de tapa de balancines
4. Tornillos de culata - 5. Conjunto de balancines - 6. Apoyos de árbol de levas - 7. Árboles de levas - 8. Culata - 9. Junta de culata

fig. 20a

- Aflojar progresivamente los tornillos de fijación del conjunto de balancines.
- Desmontar en bloque el conjunto de balancines y apoyos del árbol de levas.



- Sacar el árbol de levas.
- Sujetar la rueda dentada del árbol de levas y aflojar su tornillo de fijación.
- Sacar la rueda dentada del árbol de levas y recuperar la chaveta de media luna.
- Aflojar progresivamente los tornillos de culata en orden inverso al de apriete.

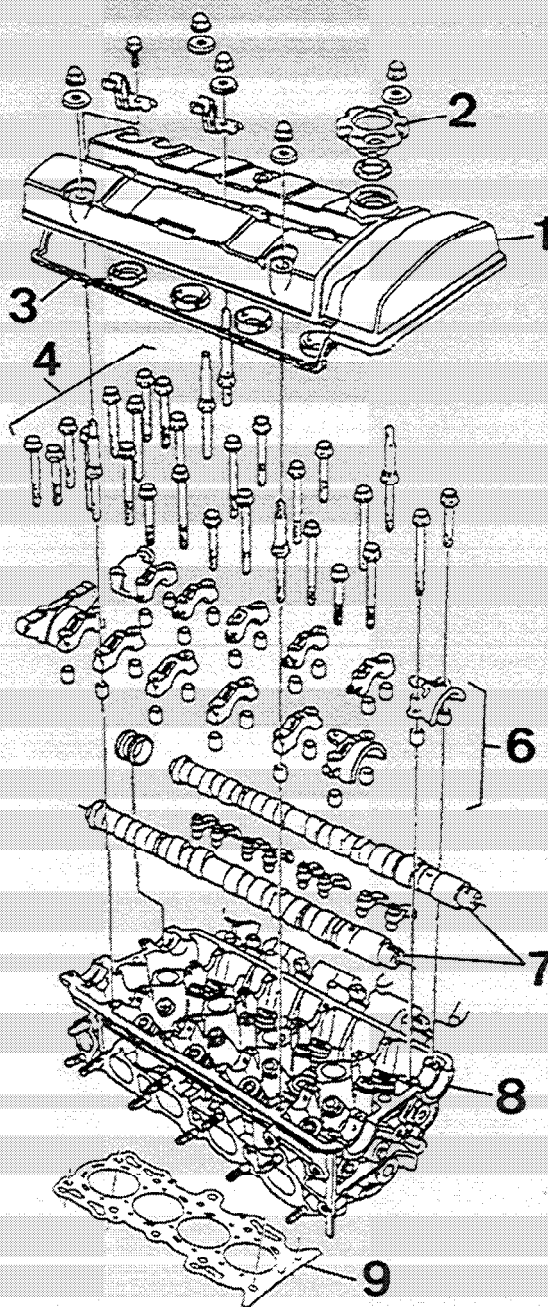


- Separar la culata del bloque motor y sacarla con su junta.

En culata de doble árbol de levas.

fig. 206

- Sujetar los árboles de levas con una llave plana y aflojar los tornillos de fijación de las ruedas dentadas.
- Sacar las ruedas dentadas de los árboles de levas y recuperar su chaveta de media luna.
- Inmovilizar los árboles de levas introduciendo mandriles de calado por los orificios efectuados en las tapas del cojinete nº 1.
- Aflojar los tornillos de reglaje del juego de válvulas.
- Aflojar progresivamente los tornillos de fijación de las tapas de cojinete de los árboles de levas.
- Desmontar las tapas de cojinete marcando su posición.
- Sacar los árboles de levas junto con los balancines.
- Aflojar progresivamente los tornillos de culata en orden inverso al de apriete.
- Separar la culata del bloque motor y sacarla con su junta.



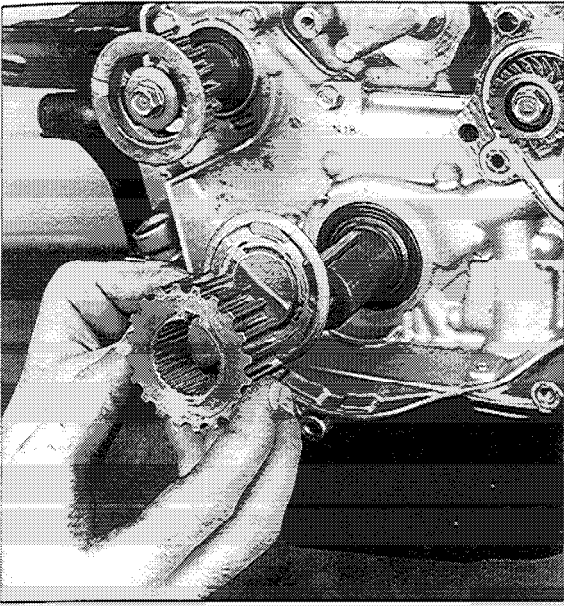
Culata Motor 2.3

1. Tapa de culata.
2. Tapón del orificio de llenado de aceite de motor.
3. Junta de tapa de balancines.
4. Tornillos de culata.
5. Conjunto de balancines.
6. Apoyos del árbol de levas.
7. Árboles de levas.
8. Culata.
9. Junta de culata.



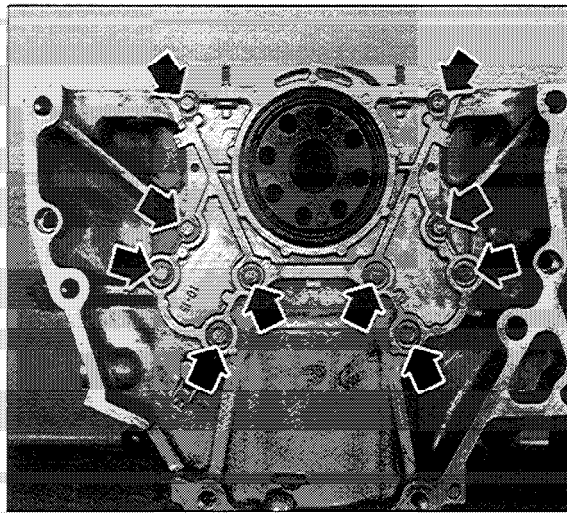
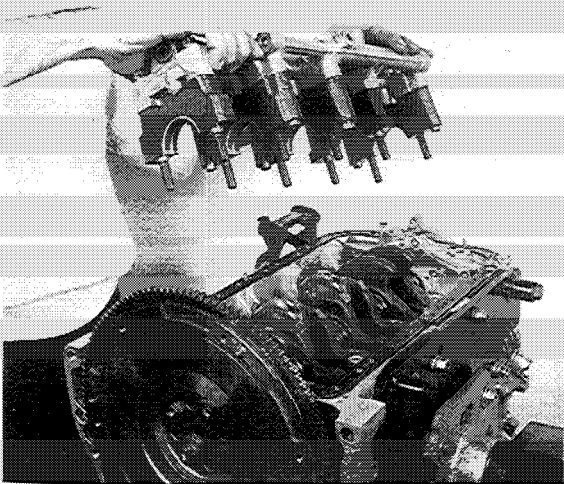
DESARMADO DEL BLOQUE MOTOR

- Desmontar la rueda dentada del cigüeñal y su brida portarretén.



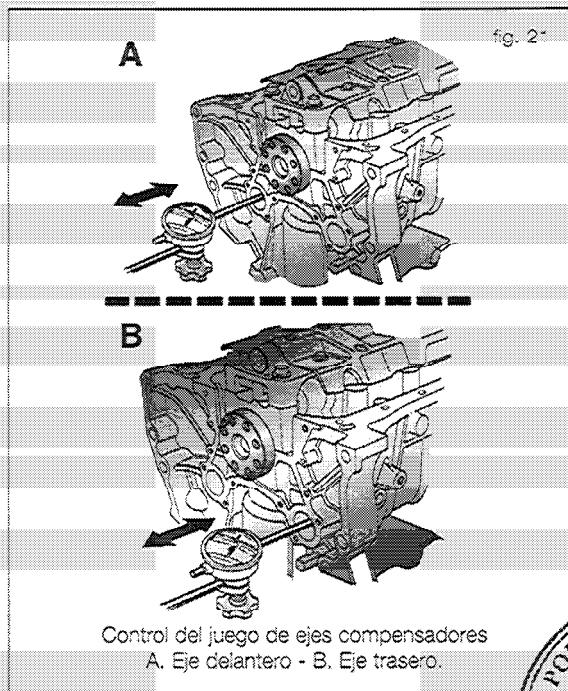
- Con una herramienta de inmovilización, aflojar los tornillos de fijación del volante motor y desmontarlo.

- Desmontar el cárter de aceite y recuperar su junta.
- Desmontar el filtro de aspiración de aceite.
- Desmontar y sacar semicojinetes de biela.
- Quitar conjunto biela-pistón con un mango de madera y guardar en orden con sus tapas de biela respectivas con vistas al montaje.
- Aflojar los tornillos de fijación del puente de tapas de cojinete en orden inverso al de apriete.
- Desmontar las tapas de cojinetes.

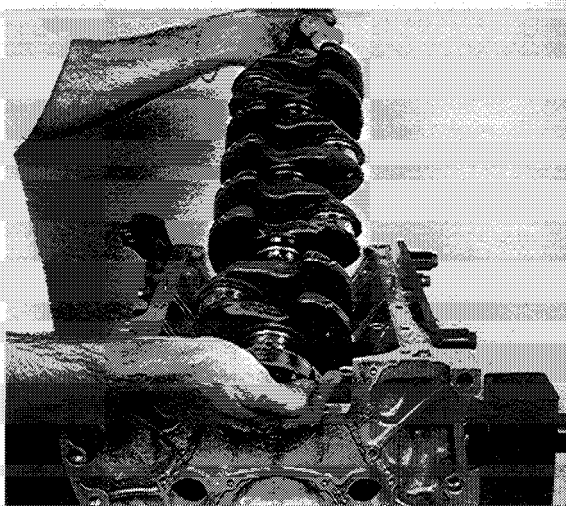
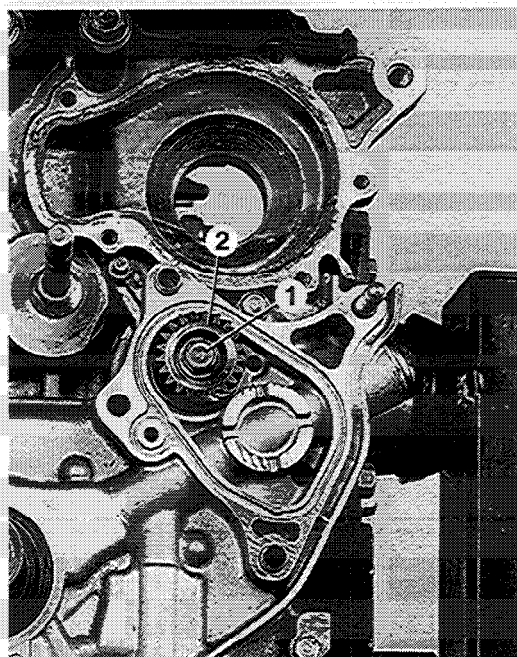


- Desmontar la tapa portarretén.
- Comprobar el juego axial de los ejes compensadores como en la fig. 21 colocando un comparador en el extremo del mismo. Desplazar a fondo el eje en un sentido y colocar a cero. Mover el eje compensador a fondo en el otro sentido y medir el valor indicado. Si el juego es excesivo en el eje compensador delantero (A), comprobar el estado de la arandela de tope y de las superficies de tope en el piñón y el cárter de la bomba de aceite. Si el juego es excesivo en el eje compensador trasero (B), comprobar el estado de la chapa de retención y las superficies de tope en el eje compensador.

77



- Desmontar el conjunto de cárter/rueda dentada del eje compensador trasero.



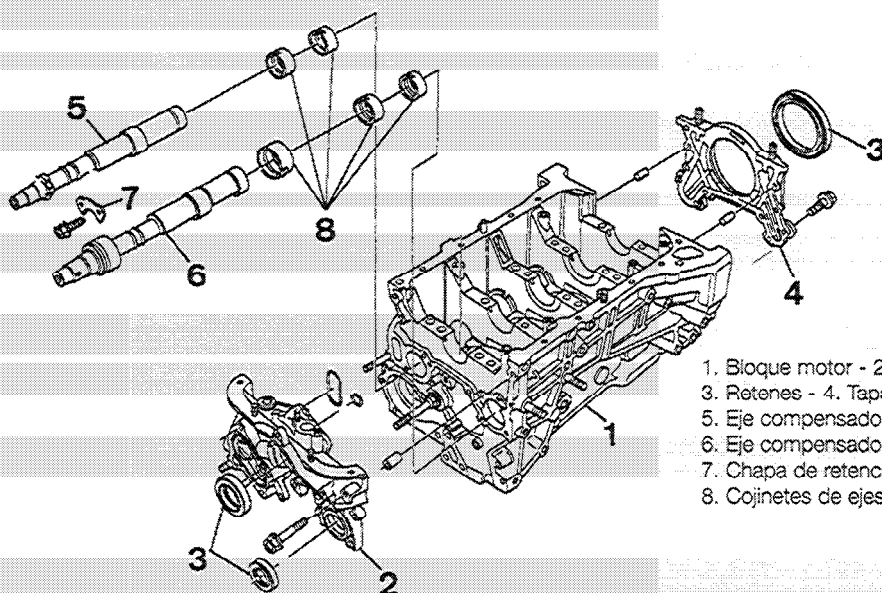
- Aflojar las tapas de bancada de bielas y guardarlas en orden, en vistas al montaje.
- Sacar el cigüeñal y recuperar las arandelas de reglaje del juego axial.
- Sacar la rueda dentada del eje compensador delantero insertando un destornillador en el orificio de registro.

- Alinear el orificio del tornillo y el del eje compensador trasero, introducir el mandril de bloqueo del eje compensador y sacar el tornillo de fijación.

- Sacar la rueda dentada.
- Desmontar el cárter de bomba de aceite.
- Hacer girar el cigüeñal hasta poner las muñequillas números 2 y 3 en posición superior.

- Desmontar el cárter de bomba de aceite, retirar chapa de retención y quitar los ejes compensadores (fig. 22).

- Desmontar los conjuntos de biela y pistón de los cilindros empujándolos con un mango de madera y guardarlos en orden con sus tapas de biela respectivas en vista al montaje posterior.



1. Bloque motor - 2. Bomba de aceite -
3. Retenes - 4. Tapa portarretén -
5. Eje compensador delantero -
6. Eje compensador trasero -
7. Chapa de retención -
8. Cojinetes de ejes compensadores.

fig. 22

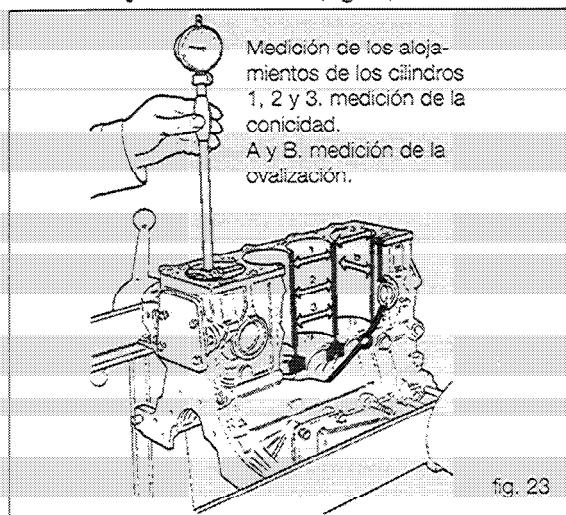
TRABAJO EN LAS PIEZAS FIJAS DEL MOTOR

Limpieza del bloque

Proceder a la limpieza del bloque eliminando las formaciones carbonosas, restos de aceite y de incrustaciones de juntas. Para ello, es conveniente sumergirlo en una solución de agua y un producto detergente en caliente durante unos 20 minutos. A continuación se saca y se le aplica a presión la misma solución para eliminar las posibles incrustaciones calcáreas en los conductos de refrigeración, depósitos y suciedad de los conductos de lubricación. Finalmente se le somete a un chorro de aire a presión, especialmente los conductos internos de paso del aceite.

Control del bloque de los cilindros

Concluida la limpieza del bloque se ha de proceder al control del desgaste de los cilindros. Para ello, efectuaremos un control visual del mismo y de la superficie de trabajo para determinar el grado de conicidad y de ovalización (fig.23).



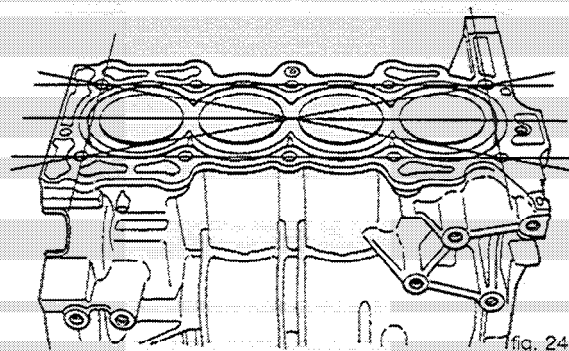
- Para la conicidad, efectuar tres mediciones (arriba, en medio y abajo). La diferencia no debe exceder del valor marcado por el fabricante.

- Para la ovalización, efectuar dos mediciones perpendiculares (a 10 mm aproximadamente) bajo el plano de junta superior. La diferencia entre estas dos cotas no debe sobrepasar los valores indicados.

- Si el desgaste sobrepasa estos valores, hay que disponer el remandrinado de los cilindros respetando la cota de reparación de los pistones, así como las tolerancias de mecanizado establecidas (fig.23).

Control del plano de apoyo de la culata (fig. 24)

Para comprobar su estado, medir el defecto de planitud del plano de junta del bloque motor en diagonal y de través. Si el defecto de planitud es superior a 0'10 mm, cambiar el bloque motor.

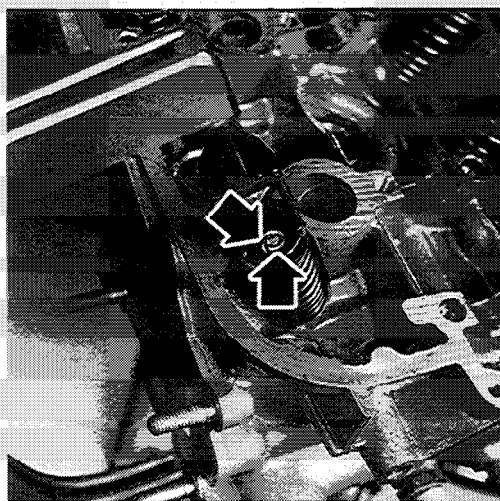


Control y verificación de la culata

En primer lugar proceder a la colocación de la culata en un útil soporte. A continuación la desarmaremos siguiendo los pasos siguientes:

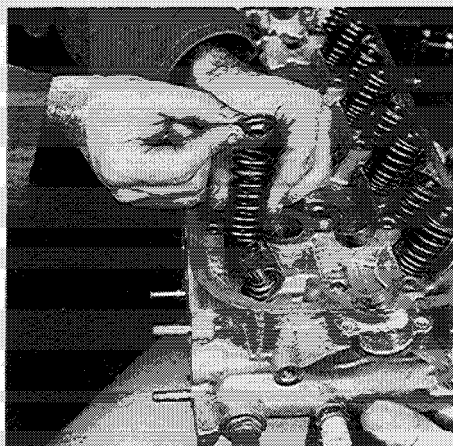
Desmontaje de las válvulas

- Golpear con un mazo de plástico las colas de las válvulas a fin de despegar los semiconos.
- Comprimir los muelles de las válvulas con un compresor adaptado.



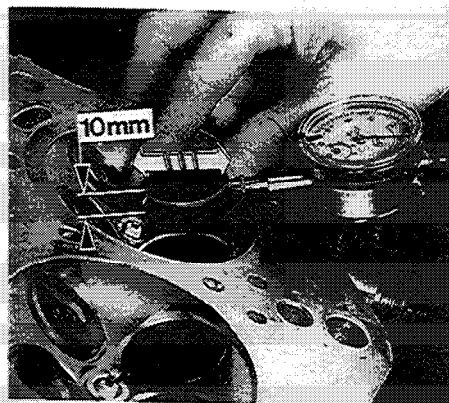
Compresión de un muelle de válvula para retirar los semiconos (flechas).

- Sacar los semiconos.
- Descomprimir los muelles y sacar el compresor.



Sacar las válvulas, las copelas superiores, los muelles y las copelas inferiores.

- Sacar los retenes de cola de válvula.



- Si el juego encontrado sigue siendo excesivo, cambiar la válvula y la guía.

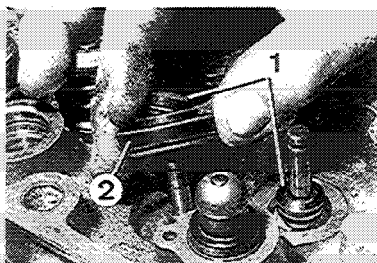
Cambio de una guía de válvula

Para facilitar el cambio, es aconsejable calentar la culata a 150°. Puede ser necesario utilizar un martillo neumático para extraer ciertas guías "pegadas".

- Comprobar que se han desmontado todos los retenes de cola de válvula.
- Calentar la culata.
- Expulsar la guía de válvula por el lado opuesto a las válvulas con ayuda de un mandril adecuado.
- Calar la guía nueva por el lado de las válvulas a fin de obtener la altura preconizada.
- Proceder igual en las demás guías.
- Una vez montadas todas las guías nuevas, es indispensable remandrinarlas con un escariador. Antes de empezar, lubricar la guía y la herramienta.

80

Desmontaje de los retenes de válvulas.



Control de las válvulas y las guías

- Medir todas las cotas de las válvulas.
- Medir el juego radial de la válvula en la guía procediendo del modo siguiente:
 - Colocar la válvula en su guía.
 - Levantar la válvula de forma que la cabeza sobresalga 10 mm de su asiento.
 - Colocar la punta del comparador sobre la cabeza de válvula.
 - Hacer oscilar la válvula de dentro a fuera (sentido del empuje).
 - Medir el valor del juego de la válvula en su guía y compararlo con el prescrito.
 - Si el juego es excesivo, comprobar el juego midiendo en varios puntos el diámetro interior de la guía. Calcular la diferencia con el diámetro de la cola de válvula.

Control del árbol de levas

Control del juego axial

- En el motor 2.0, colocar el árbol de levas junto con sus tapas de cojinete apretadas con el par prescrito.
- En el motor 2.3, efectuar esta medición con los balancines y los árboles de levas montados.
- Colocar un comparador en el extremo del árbol de levas a comprobar y empujarlo al fondo. Con una palanca hacerlo volver hacia adelante a fondo. Medir el valor del juego axial en el comparador. Proceder igual en la culata con doble árbol de levas.



Control del juego radial

Colocar el árbol de levas y un trozo de hilo de "plastigage" a través de cada apoyo del árbol de levas. Montar las tapas de cojinete y apretarlas progresivamente hasta el par prescrito (durante esta operación, el árbol de levas no debe girar; de lo contrario se falsearía la medición).

Desmontar las tapas de cojinete y con una regla que se sirve con el "plastigage" medir el espesor del hilo aplastado para determinar el juego radial del árbol de levas.

En caso de no conformidad del juego, proceder del modo siguiente:

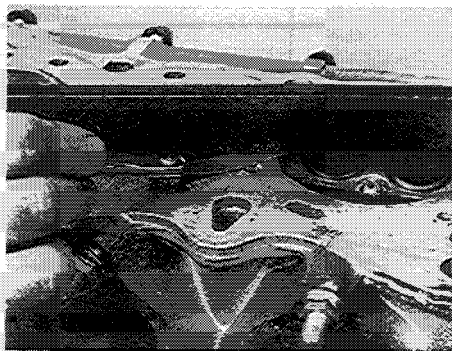
- Colocar el árbol de levas en voladizo de dos soportes en "V" colocados en cada extremo.
- Colocar la punta de medición del comparador sobre uno de los apoyos del árbol de levas.
- Hacer girar el árbol de levas más de una vuelta y anotar el salto del apoyo.
- Proceder igual en los demás apoyos y anotar cada vez el valor.
- Si todos los valores están dentro de tolerancias, cambiar la culata. Si por el contrario alguno de estos valores está fuera de tolerancias, cambiar el árbol de levas.
- Comprobar también con un tornillo micrométrico la altura de los bosajes de la leva.

Control de los balancines

- Con un micrómetro, medir el diámetro del eje de balancines.
- Con un micrómetro de interiores, medir el diámetro del alojamiento de cada balancín.
- Comprobar que el alojamiento no esté ovalizado.
- Calcular la diferencia entre los dos diámetros para obtener el juego del balancín en su eje. Si el juego está fuera de tolerancia, cambiar el eje de los balancines.

Planitud de la culata

- Medir el defecto de planitud de la culata en diagonal y de través.
- Si el valor promedio es inferior a 0'05 mm, la culata no requiere ninguna intervención.
- Si el valor está comprendido entre 0'05 y 0'2 mm, se debe rectificar la culata. En este caso tener obligatoriamente en cuenta la altura mínima.
- Si el valor es superior a 0'2 mm, cambiar la culata.

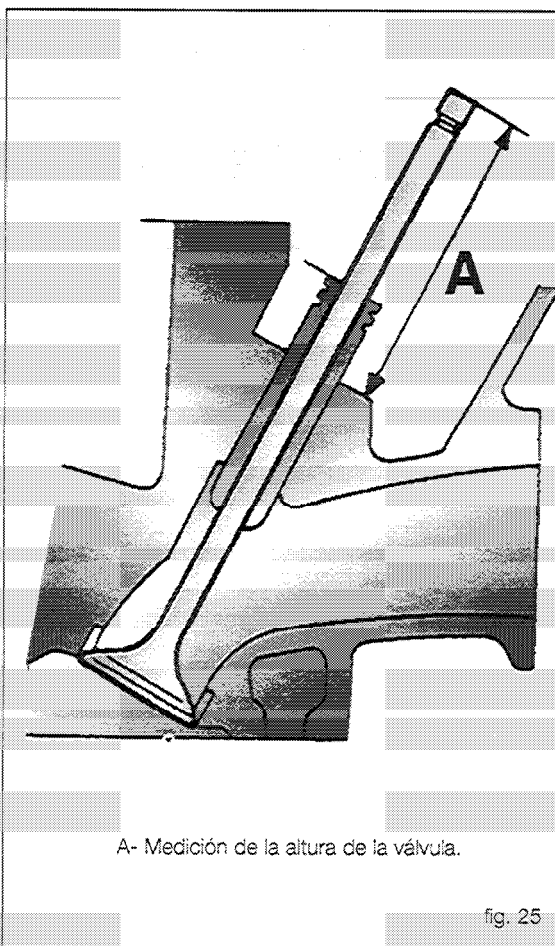


Para el control de la culata, efectuar las mediciones a lo largo de los bordes y en diagonal.

Control de la altura de las válvulas (fig. 25)

- Colocar la válvula en su asiento.
- Medir la altura de la válvula respecto a la culata (A).
- Si la altura está fuera de límites, proceder a otra medición con una válvula nueva.
- Si el valor continúa estando fuera de tolerancias, cambiar la culata.

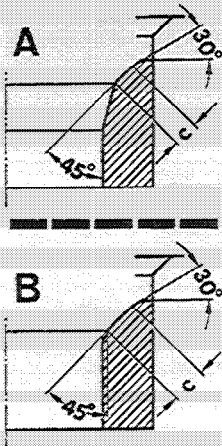
81



A- Medición de la altura de la válvula.

fig. 25

Comprobación de los asientos de válvula y rectificando



Características de los asientos.
A. Asiento de admisión
B. Asiento de escape
C. Ancho de asiento.

fig. 26

Comprobar los ángulos de los asientos de válvula (fig. 26). Si es preciso, mandrinarlos procediendo del modo siguiente:

- Empezar por fresar la superficie de asiento con una fresa a 45°. Sacar el mínimo de material, justo para obtener un asiento liso.
- Remandrinar el ángulo de desprendimiento superior (fresa a 30°).
- Efectuar una última pasada por el asiento (fresa a 45°) y eliminar todas las rebabas eventuales.
- Comprobar la anchura de asiento.
- Si es preciso actuar de nuevo sobre los ángulos de desprendimiento superior e inferior para obtener la anchura preconizada.
- Comprobar que la válvula se apoye correctamente sobre su asiento.
- Poner azul de Prusia en la superficie de asiento de válvula y colocarla sobre su guía.
- Levantar y colocar rápidamente la válvula en el asiento varias veces seguidas.
- Comprobar que la superficie de contacto marcada por el azul de Prusia en el asiento esté en el centro de la superficie de apoyo del asiento.
- Si la superficie de contacto está demasiado baja, actuar sobre el ángulo de desprendimiento superior (fresa a 30°), efectuar luego una pasada por superficie de asiento (fresa a 45°) y eliminar todas las eventuales rebabas.
- Si la superficie de contacto está demasiado alta, actuar sobre el ángulo de desprendimiento inferior (fresa a 60°), efectuar una pasada sobre la superficie de asiento (fresa a 45°) y eliminar las eventuales rebabas.
- Repetir el control de apoyo de la válvula.

Montaje de las válvulas y árbol de levas

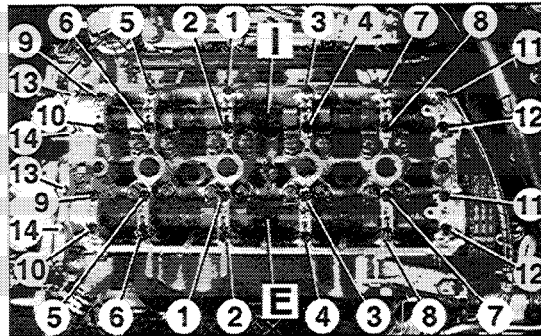
En las válvulas.

En cada una de las válvulas operar de la siguiente forma:

- Lubricar la guía y la cola de válvula con aceite del motor.
- Colocar la copela inferior en la culata.
- Montar un retén de válvula nuevo.
- Colocar el muelle y la copela superior (en algunos motores como el 2.0, llevan marcadas con color diferente las de admisión y escape).

En el árbol de levas:

- Limpiar los apoyos del árbol de levas y lubricarlos (apoyos y levas).
- Colocar el árbol de levas en la culata y hacer girar el mismo hasta colocar el chavetero de rueda dentada hacia abajo (cilindro n° 1 en P.M.S.).
- Montar el conjunto de balancines/tapas de cojinete en la culata.
- Colocar los tornillos de tapa de cojinete sin apretarlos.
- Comprobar que los balancines estén bien alineados con las colas de válvula.
- Colocar el retén del árbol de levas con un mandril apropiado.
- Apretar progresivamente los tornillos de fijación de las tapas de cojinete siguiendo el orden .



Orden de apriete de los tornillos de tapas de cojinete de árboles de levas.

I: Arbol de levas de admisión -
E: Arbol de levas de escape

Montaje de la culata

Los planos de junta así como los orificios de los tornillos de la culata y del bloque motor deben estar limpios. En la culata y bloque motor de aleación de aluminio no tienen que rascarse nunca los planos de junta. Si retuvieran suciedad, hay que utilizar un decapante químico.



- Comprobar la presencia y la colocación correcta de los casquillos de centrado en el bloque motor.

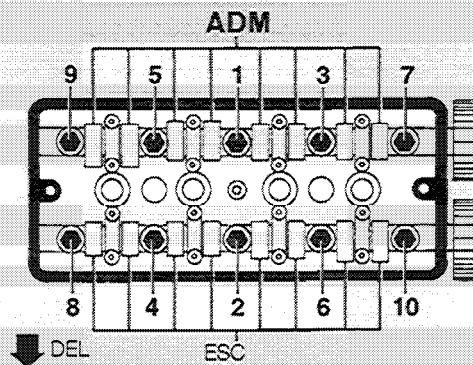
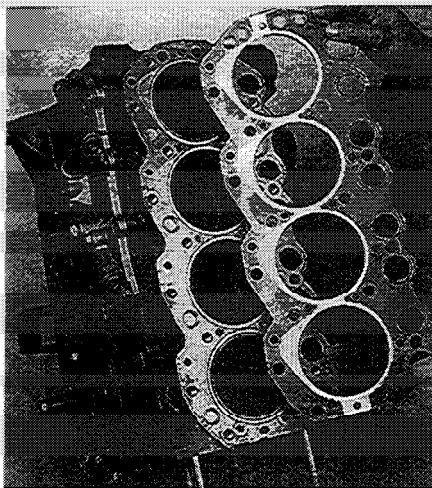


fig. 28

NOTA:

- Colocar una junta de culata nueva y comprobar que la posición del cilindro nº 1 sea exactamente en el P.M.S.

• En los motores con árbol de levas simple, la marca "UP" debe estar orientada hacia arriba y las dos marcas de la rueda dentada deben estar colocadas frente a la superficie superior de la culata.

- Colocar la culata con cuidado (fig. 27).

En relación a los tornillos, hemos de tener en cuenta cada vez más la sustitución sistemática de los mismos en cada desmontaje de la culata. El motivo es la deformación plástica que experimentan como consecuencia de los altos pares de apriete a que son sometidos.

En relación con el apriete, hemos de hacerlo siguiendo escrupulosamente las indicaciones del manual y tener en cuenta que puede ser:

Con llave dinamométrica, ajustando previamente el valor que corresponda en Nm, en Kgm, etc.

Con apriete angular, siguiendo el proceso de giro en grados.

En los motores con doble árbol de levas efectuar la operación de la siguiente forma:

- Limpiar los tornillos de culata y aceitarlos con aceite de motor limpio.
- Efectuar las mismas operaciones con las arandelas.
- Montar las arandelas y los tornillos y aproximarlos a mano.
- Apretar cada tornillo en el orden indicado y con el par prescrito (fig. 28).

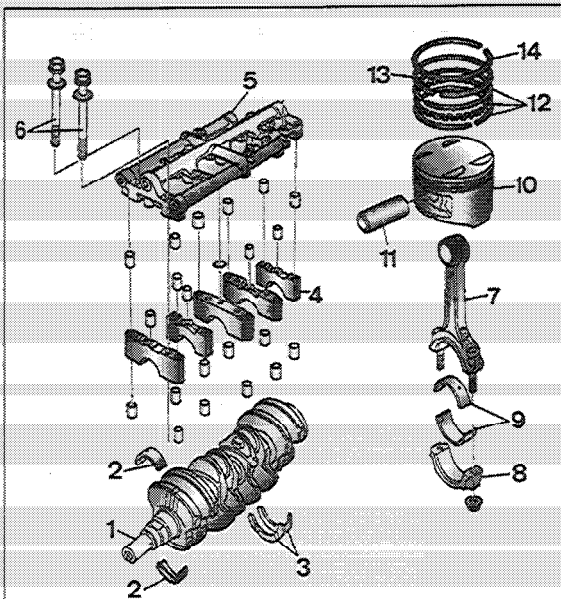
- Limpiar correctamente los árboles de levas y colocar los balancines respetando su posición de origen.

- Lubricar los apoyos de árboles de levas con aceite de motor limpio. Colocarlos en la culata teniendo cuidado de dejar hacia arriba los chaveteros.

- Untar con pasta sellante la superficie en contacto con la culata de los apoyos números 1 y 6.

fig. 27

REACONDICIONAMIENTO DEL MOTOR



TREN ALTERNATIVO

1. Cigüeñal - 2. Cojinetes de bancada - 3. Arandelas de reglaje del juego axial del cigüeñal - 4. Tapas de bancada - 5. Puente de tapas de bancada - 6. Tornillos de fijación - 7. Biela - 8. Tapa de biela - 9. Cojinetes de biela - 10. Pistón - 11. Bulón de pistón - 12. Segmento rascador - 13. Segmento de compresión - 14. Segmento de fuego.

Conjunto de biela y pistones

Control del bulón del pistón

• Proceder al desmontaje del eje o bulón del pistón, para ello es preciso servirse de una prensa hidráulica.

• Colocar el pistón sobre un soporte y con un mandril de diámetro adecuado sacar el bulón (fig. 29).

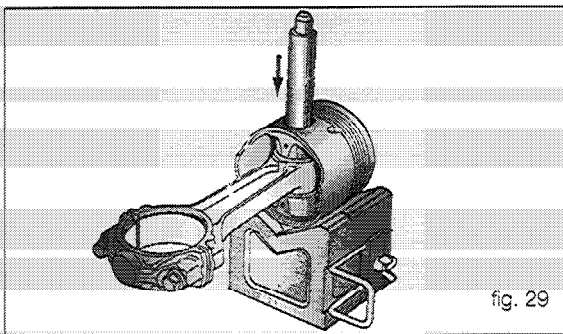


fig. 29

• Sacar la biela del pistón; medir el diámetro del bulón del pistón utilizando un micrómetro.

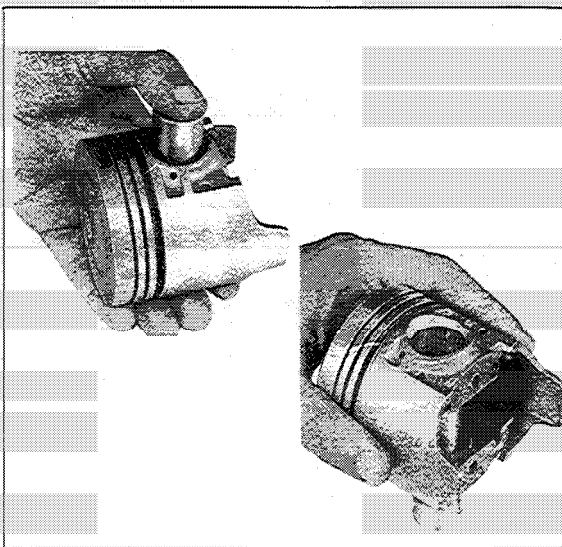
• Si el valor no está dentro de las tolerancias, cambiar el bulón del pistón.

• Con un micrómetro de interiores, medir el diámetro de alojamiento del bulón en el pistón.

• Calcular la diferencia con el diámetro del bulón para obtener el juego bulón/pistón. Si el valor no es correcto, comprobar que el pistón no esté agrietado o deformado.

• Si no es así, repetir la medición con un bulón de diámetro nuevo (los que se sirven como recambio, son de diámetro sobredimensionados).

• Podemos efectuar un control de acoplamiento entre eje y pistón, introduciendo el eje elegido, de acuerdo con la clase de orificio, debidamente lubricado con aceite. Si el acoplamiento es correcto, el eje debe poder introducirse con simple presión del pulgar y, sosteniendo el pistón con el bulón en posición vertical, este último no debe tender a salirse del pistón.



Control de los pistones y segmentos

• Sacar los segmentos con unos alicates de segmentos (fig. 30).

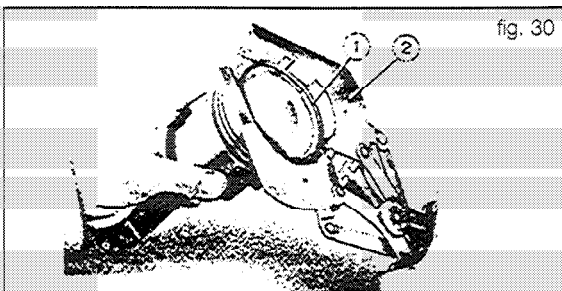


fig. 30

Montaje de los segmentos en su asiento

1. Segmentos.

2. Útil para montar segmentos.



- Comprobar visualmente todos los pistones.
- Medir el diámetro de los pistones realizando dos medidas (fig. 31):

- a) Perpendicularmente al bulón.
- b) A una determinada distancia de la falda según indicación del fabricante (21mm. motor 2.0 y 15 mm. motor 2.3 en el caso que nos ocupa).

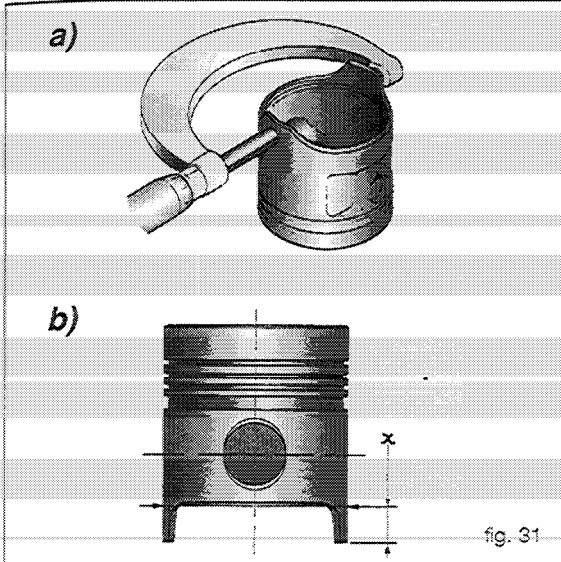


fig. 31

- Introducir el pistón en su cilindro como indica la fig. 32 sin los segmentos y con la ayuda de una galga de espesores, medir el juego existente.

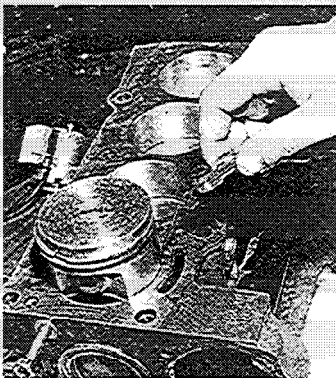


fig. 32

- Comprobar la holgura entre los segmentos y su alojamiento en el pistón mediante un calibre de espesores. En caso de hallarse un juego excesivo, será necesario proceder a la sustitución de los pistones y segmentos. Es necesario proceder a la limpieza de las ranuras y de los propios segmentos cuando se detecten partículas carbonosas depositadas en ambas partes (fig. 33).

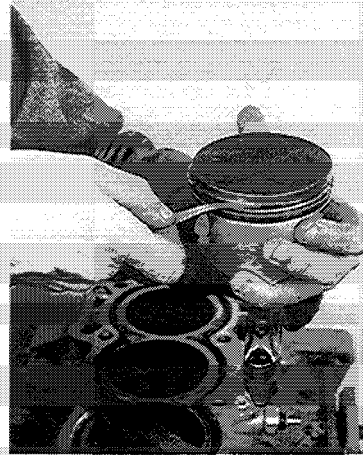
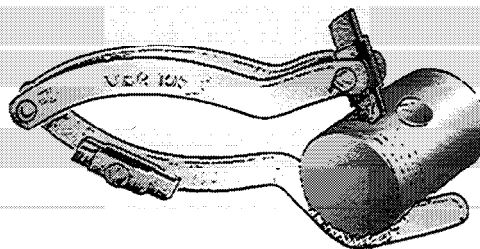
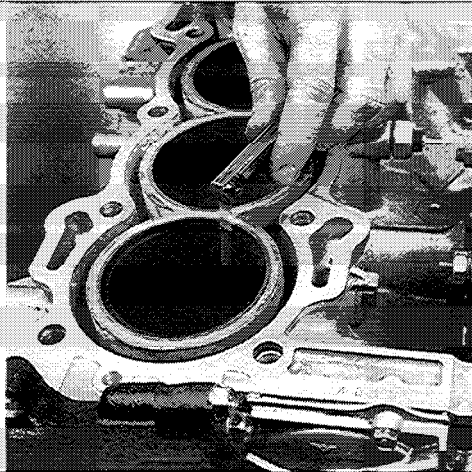


fig. 33



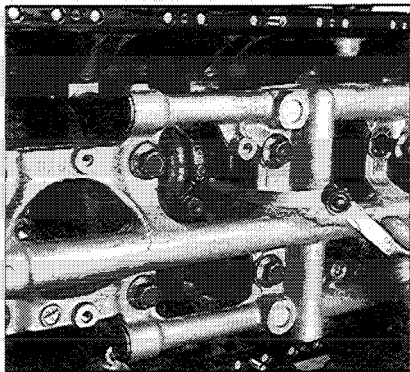
Útil para la limpieza de las ranuras.

- Comprobar el juego en el corte de los segmentos colocando el segmento en cuestión en el cilindro). Con una galga de espesores, medir el juego entre los segmentos y los flancos de las ranuras a su valor preconizado. Si se montan segmentos nuevos verificar que sean los apropiados a los cilindros destinados.



Control de las bielas

- Limpiar correctamente el cigüeñal, los cojinetes, las tapas de biela y las tapas de bancada.
- Montar los semicojinetes de bancada en el bloque motor y colocar el cigüeñal.
- Colocar los semicojinetes en la biela y montar ésta en el cigüeñal.
- Montar las tapas de bancada y el puente de tapas de bancada y apretar sus tornillos de fijación con el par prescrito (no hacer girar el cigüeñal).
- Medir con una galga de espesor el juego axial de la biela. Si el juego es excesivo, montar una biela nueva. Si sigue siendo excesivo, cambiar el cigüeñal.



- Desmontar la tapa de biela a comprobar. Colocar los semicojinetes en la biela y colocar esta en el cigüeñal. Colocar un hilo de "plastigage" en el cuello y montar la tapa de biela y apretar los tornillos de fijación con el par prescrito (no hacer girar el cigüeñal).
- Sacar la tapa de biela y con una regla especial, medir el espesor del hilo de "plastigage" y determinar el juego radial de la biela. Si el juego es excesivo, volver a empezar la medición escogiendo un cojinete más grueso y repitiendo las operaciones de medición. Si el juego continúa siendo igual, cambiar el cigüeñal.

Ensamblado conjunto biela-pistón

- Colocar el pistón sobre un soporte y montar la biela de tal manera que, cuando el pistón esté colocado en el cilindro (flecha en el lado de la distribución), el orificio de lubricación se encuentre hacia la parte trasera del motor.
- Con una prensa y mandriles de diámetros adecuados, calar el bulón de pistón.
- Si es preciso, coger cojinetes de biela nuevos respetando las indicaciones del fabricante, en este caso tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- En la tapa de biela hay grabado un número o un código de barras (1 ó I, 2 ó II, 3 ó III, 4 ó IV). Corresponden al código de alojamiento de la cabeza de biela. También hay que tener en cuenta que la cifra "4" o el código de barras "III" representa el alojamiento mayor de cabeza de biela.

- En los contrapesos situados a la cabeza de cada cuello hay grabadas letras o código de barras (A o I, B o II, C o III, D o IV) que corresponden al código de mecanizado del cuello correspondiente. También hay que tener en cuenta que la letra "D" o código "IV" corresponden al diámetro de cuello más pequeño.

	1 ó I	2 ó II	3 ó III	4 ó IV
A o I	rojo	rosa	amarillo	verde
B o II	rosa	amarillo	verde	marrón
C o III	amarillo	verde	marrón	negro
D o IV	verde	marrón	negro	azul

- Montar los segmentos en los pistones dirigiendo las inscripciones hacia arriba.
- Comprobar que los segmentos no se inclinen en sus ranuras y comprobar el juego de los segmentos en las ranuras.
- Colocar los cortes de los segmentos superiores a 90° entre sí. Deben situarse a 45° a ambos lados de la perpendicular del bulón de pistón.
- Colocar los cortes del segmento rascador a 15° en ambos lados del corte del distanciador.

Control del cigüeñal

Antes de iniciar los controles y mediciones específicos, haremos una inspección visual de las superficies de las muñequillas por si presentan algún tipo de fisura, rayadura o presentan alguna señal de agarrotamiento.

Para proceder a la medida de las muñequillas de apoyo y de biela dispondremos de los datos del fabricante sobre los valores y tolerancias. En caso de que los valores superen los prescritos y muestren claros signos de ovalización y desgaste, optaremos por cambiar o rectificar el cigüeñal. En esta circunstancia, tendremos en cuenta las medidas de las muñequillas para la colocación de los semicojinetes adecuados.



Medición del salto

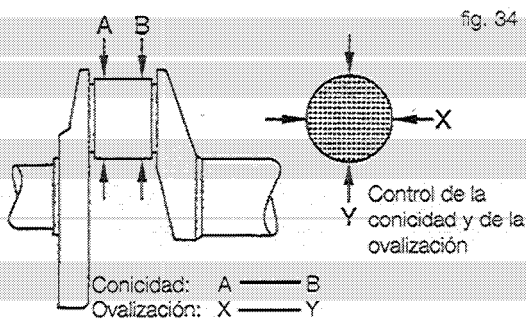
- Colocar el cigüeñal sobre dos soportes en "V" o sostenerlo entre puntos. Colocar un comparador sobre un apoyo del cigüeñal y ponerlo a cero. Dar dos vueltas al cigüeñal y anotar el valor máximo indicado por el comparador.

- Repetir esta operación en los demás apoyos. El descentrado no debe pasar 0,04 mm.

Medición de la ovalización y la conicidad (fig. 34)

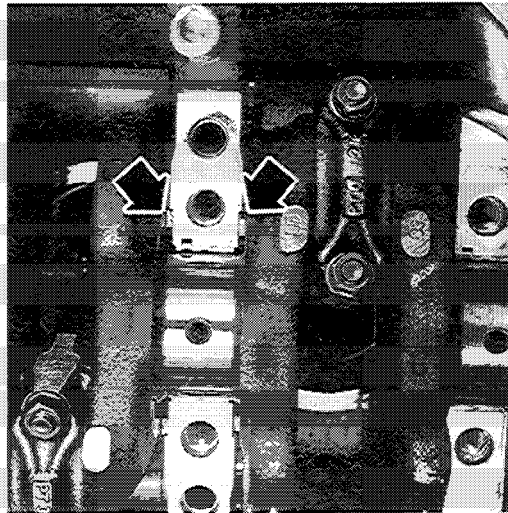
- Medir el diámetro de apoyo del cigüeñal en dos planos perpendiculares. La diferencia entre estas dos mediciones no debe sobrepasar 0,006 mm.

- Medir el diámetro de un apoyo en cada extremo y efectuar la diferencia. El valor debe ser inferior a 0,006 mm.



Medición del juego axial

- Colocar el cigüeñal en el bloque y colocar las arandelas de juego axial en el apoyo correspondiente.

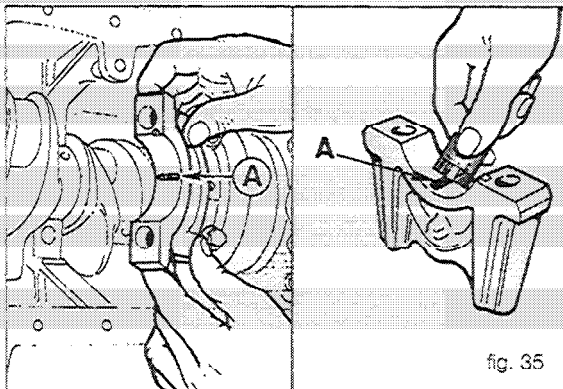


87

Medición del juego radial (fig. 35)

- Limpiar el cigüeñal y montar los semicojinetes de bancada en el bloque motor y colocar el cigüeñal.

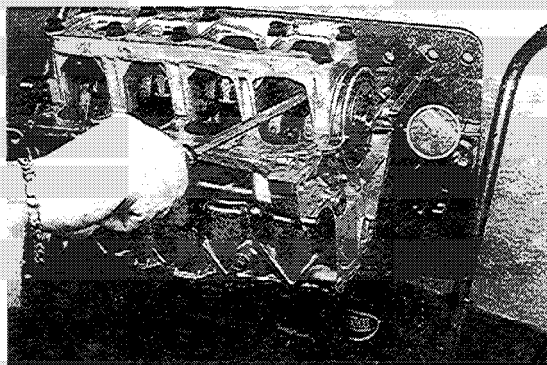
- Poner un hilo de "plastigage" en cada apoyo, montar las tapas de bancada, el puente y apretar al par prescrito. Desmontar y comprobar los valores con la regla especial para determinar el juego radial y actuar.



- Montar las tapas de bancada y el puente de tapas. Apretar los tornillos de fijación al par prescrito.

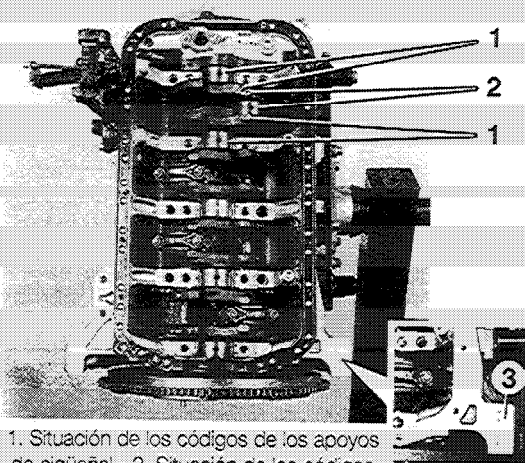
- Colocar un comparador con el extremo del cigüeñal y desplazar a fondo el cigüeñal en un sentido y poner el comparador a cero.

- Mover el cigüeñal a fondo en el otro sentido y observar el valor del juego indicado por el comparador. Si el juego es excesivo, comprobar el estado de las arandelas de juego axial. Si es preciso cambiarlas y empezar un nuevo control.



Emparejamiento de los cojinetes del cigüeñal

• En el bloque motor hay grabados cifras, letras o códigos de barras que corresponden al código de mecanizado de los apoyos del cigüeñal. La marca situada en el lado de la distribución corresponde al cilindro n. 1 y el del lado del volante motor al cilindro n. 5.



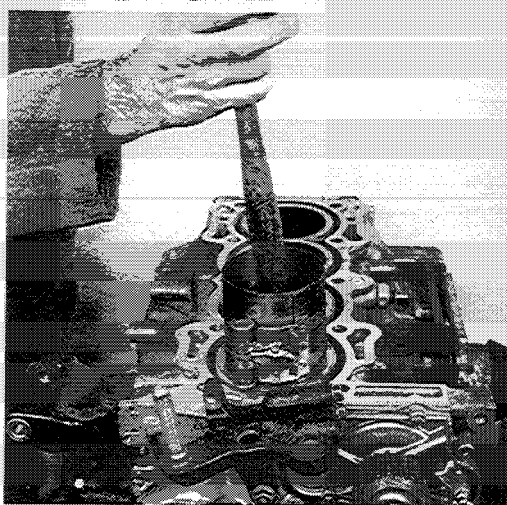
1. Situación de los códigos de los apoyos de cigüeñal - 2. Situación de los códigos de los cuellos - 3. Situación de los códigos de los apoyos de bancada.

Medición del juego radial

• Medir el diámetro de cada apoyo en los bordes de cada uno en dos planos perpendiculares. Medir los diámetros interiores de los cojinetes de apoyo de árboles compensadores. El juego radial es la diferencia entre las dos mediciones.

ENSAMBLADO DEL MOTOR

- En primer lugar proceder a una limpieza exhaustiva de todas las piezas.
- Comprimir los segmentos con un zuncho.
- Aceitar los cilindros y montar los pistones orientando la flecha grabada en la cabeza hacia la distribución.
- Con un mango de madera, empujar ligeramente cada pistón por el cilindro.



CONTROL DE LOS EJES COMPENSADORES

Nota: el control del juego axial se efectúa al desarmar el bloque como ya hemos explicado.

Control de los apoyos

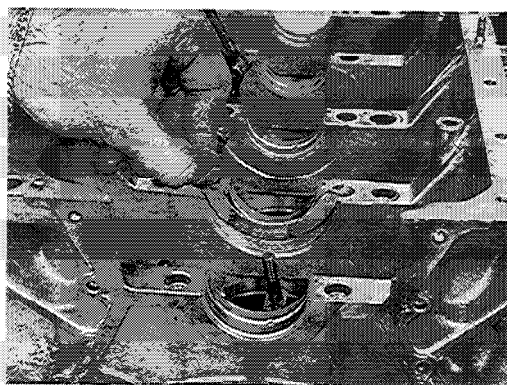
Medición del salto

- Colocar el eje compensador sobre dos cilindros en "V" o sostenerlo entre puntos; colocar el reloj comparador sobre el apoyo n. 2 y ponerlo a cero.
- Dar dos vueltas al eje compensador y anotar el valor máximo indicado por el comparador. El descentrado entre los apoyos no debe sobrepasar 0,03 mm, si no es así, cambiar el eje compensador.

Medición de la conicidad

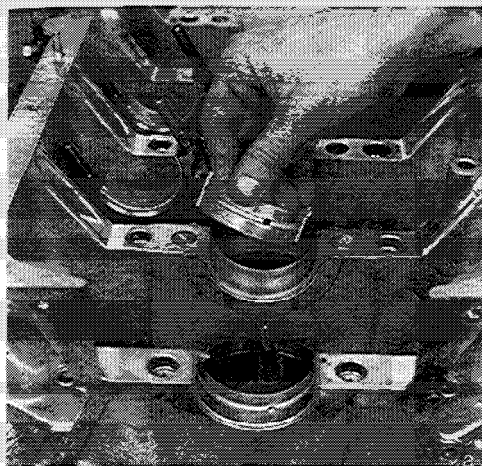
- Medir el diámetro de un apoyo en los bordes de cada uno en dos planos perpendiculares. La diferencia entre las dos mediciones no debe sobrepasar 0,005 mm; si uno de estos valores no es correcto, cambiar el eje compensador.

- Invertir el motor.
- Aceitar y montar los semicojinetes en las cabezas de biela.
- Montar las arandelas de juego axial orientando las caras ranuradas hacia afuera.

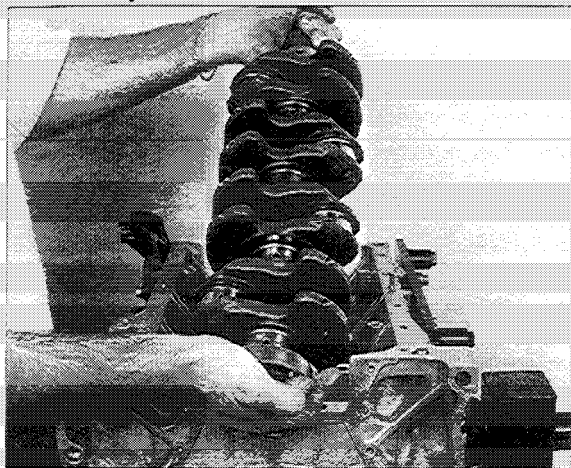




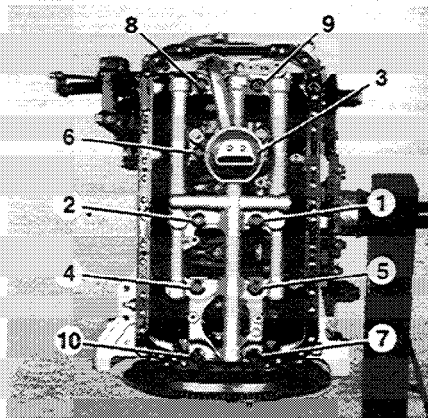
- Montar los semicojinetes del cigüeñal orientando correctamente las patas.



- Aceitar el cigüeñal y colocarlo en el bloque. Orientar hacia arriba la muñequilla de biela de los cilindros 2 y 3.



- Entrar cada biela de los cilindros números 2 y 3 en su muñequilla respectiva.
- Montar los semicojinetes en las tapas de biela y presentarlas orientándolas de forma que queden frente a frente los números grabados.
- Apretar los tornillos de las tapas de biela con el par prescrito.
- Girar el cigüeñal hasta colocar las muñequillas números 1 y 4 en las cabezas de biela.
- Montar los semicojinetes de bancada en los apoyos.
- Montar las tapas de bancada y el puente.
- Apretar los tornillos de fijación con el par prescrito y con el orden indicado.
- Introducir los ejes compensadores de distri-



Orden de apriete de los tornillos del puente de tapas de biela, siguiendo la numeración.

bución y montar la chapa de retención en el eje delantero.

- Alinear el orificio del tornillo y el del eje compensador trasero, introducir el mandril de bloqueo del eje compensador y montar los tornillos de fijación.

- Colocar la rueda dentada del eje compensador delantero.

- Montar el conjunto de cárter y rueda dentada del eje compensador trasero.

- Montar un retén nuevo en la tapa portarretén derecha mediante un mandril adecuado.

- No hundir el retén hasta el fondo y comprobar que quede un juego uniforme de 0,5 a 0,8 mm entre el retén y el fondo de la tapa.

- Verificar que el plano de junta del cárter de estanqueidad esté limpio.

- Untar con pasta de juntas y montar.

- Lubricar el alojamiento del retén y montarlo en el bloque.

- Comprobar que están los casquillos de centrado y apretar al par prescrito.

- Montar una junta tórica nueva en la canalización de aceite del bloque.

- Montar un retén nuevo en la carcasa de aceite.

- Lubricar el cigüeñal, montar filtro de malla, montar el cárter de aceite y apretar tornillos.

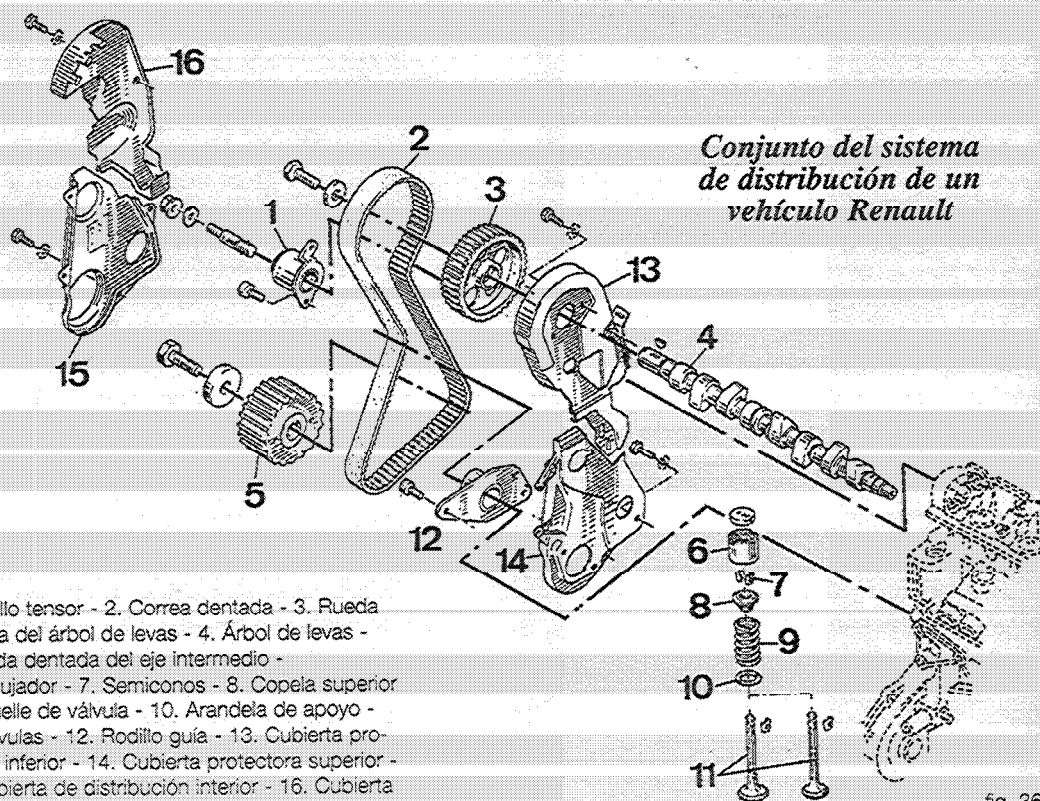
- Bloquear el cigüeñal, montar el volante del motor y apretar los tornillos.

- Colocar en el bloque de cilindros una junta de culata nueva, orientando la marca "ALTO" que lleva impresa hacia arriba.

- Montar la culata en el bloque de los cilindros y apretar los tornillos de culata en el orden y el par previsto mediante una llave dinamométrica.

CAMBIO DE UNA CORREA DE DISTRIBUCIÓN Y CALADO

En este caso vamos a proceder al cambio de una correa dentada de la distribución en un vehículo Renault con un árbol de levas en cabeza (fig. 36).

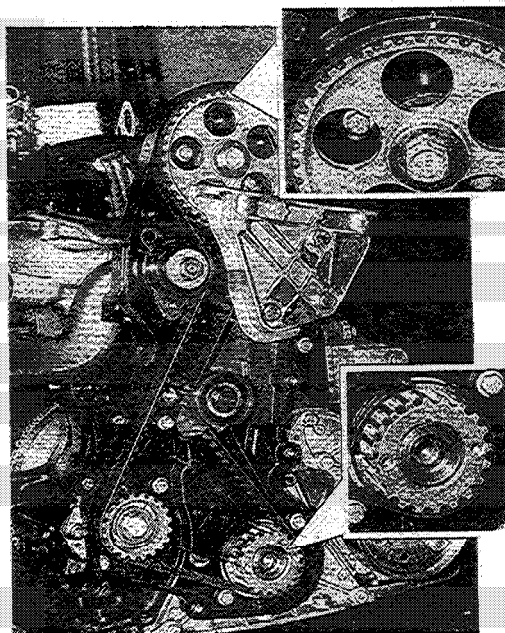


1. Rodillo tensor - 2. Correa dentada - 3. Rueda dentada del árbol de levas - 4. Árbol de levas - 5. Rueda dentada del eje intermedio - 6. Empujador - 7. Semiconos - 8. Copela superior - 9. Muelle de válvula - 10. Arandela de apoyo - 11. Válvulas - 12. Rodillo guía - 13. Cubierta protectora inferior - 14. Cubierta protectora superior - 15. Cubierta de distribución interior - 16. Cubierta de distribución superior.

fig. 36

Desmontaje

1. Levantar el vehículo y desmontar la rueda delantera derecha.
2. Desmontar el carenado de plástico de debajo del motor y del paso de rueda (en caso de llevarlos).
3. Colocar un caballete y un calzo de madera bajo el motor para sostenerlo.
4. Sacar la correa del alternador.
5. Desmontar la cubierta inferior de distribución.
6. Desmontar la cubierta superior de distribución.
7. Desmontar la tapa del soporte derecho del motor.
8. Poner el cilindro n. 1 en P.M.S. (para facilitar el giro del motor, sacar las bujías)
9. Sacar el tapón del orificio de calado





10. Entrar el mandril de calado (diámetro 8 mm) en el orificio.

11. Aflojar la tuerca del rodillo tensor y des-tensar la correa.

12. Desmontar la correa de distribución.

Montaje y calado

Es importante tener en cuenta las inscripciones (flechas de trazos) del dorso de la correa para el momento de colocarla. También se recomienda cambiar el rodillo tensor y el rodillo guía. No hacer girar nunca el cigueñal en sentido contrario al normal.

- Comprobar que el mandril de calado esté todavía en posición.

- Colocar la correa de distribución. La flecha indica el sentido de giro. Los dos trazos inscritos se deben alinear con la marca de la rueda dentada del árbol de levas y con la de la rueda dentada del cigueñal.

- Montar el soporte derecho del cigueñal.

- Tensar la correa actuando sobre el rodillo tensor mediante un tornillo hasta obtener el valor de tensión prescrito.

- Bloquear el tensor con el par prescrito.

- Sacar el mandril de calado.

- Comprobar la alineación de las marcas y comprobar la tensión de la correa (fig. 37) comprobación manual. En caso de disponer de un medidor electrónico proceder como en la figura 38.

- Retensar la correa si es preciso.
- Sacar el mandril de calado y colocar el tapón del orificio.

- Montar la polea del cigueñal.

- Montar las cubiertas y tapas superior e inferior de la distribución.

- Sacar el calzo y los caballetes situados debajo del motor.

- Montar carenados, bujías y conectar finalmente la batería.

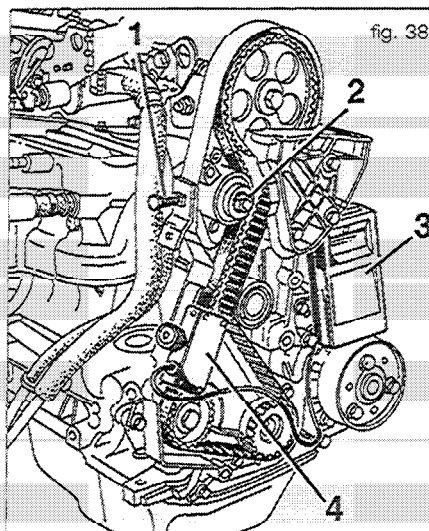


fig. 38

Reglaje de la tensión de correa de distribución

1. Tornillo M6 x 45 mm de acción sobre el rodillo tensor - 2. Tuerca central del rodillo tensor - 3. Tensiometro - 4. Captador de tensiometro.

91

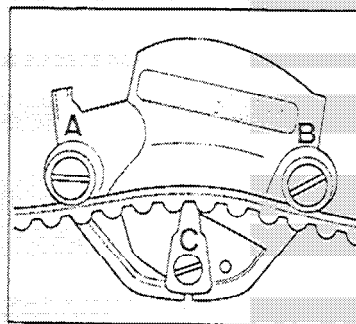
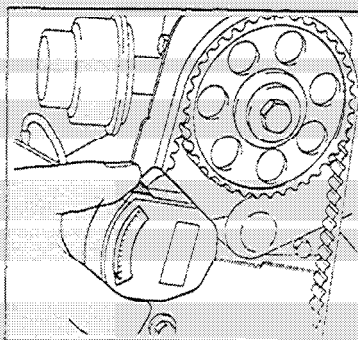
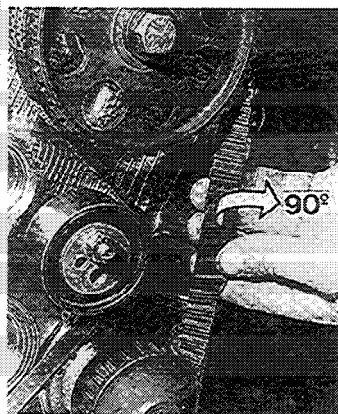


fig. 37

CAMBIO Y CALADO DE UNA CADENA DE LA DISTRIBUCIÓN

Vamos a ver el proceso mediante el cual se procede a la sustitución de una cadena. Para ello, vamos a tomar como ejemplo el de dos tipos de disposición del árbol de levas: **en el bloque y en culata**.

Distribución por cadena con árbol de levas en el bloque OHV

En este caso vamos a ver el ejemplo de su sustitución en un motor de la casa Seat (fig. 39).

Los elementos componentes del mando de distribución (cadena, engranaje conductor y engranaje conducido) no deben ser sustituidos por separado.

Para la puesta en fase, hacer coincidir las marcas de referencia practicadas en los dos engranajes.

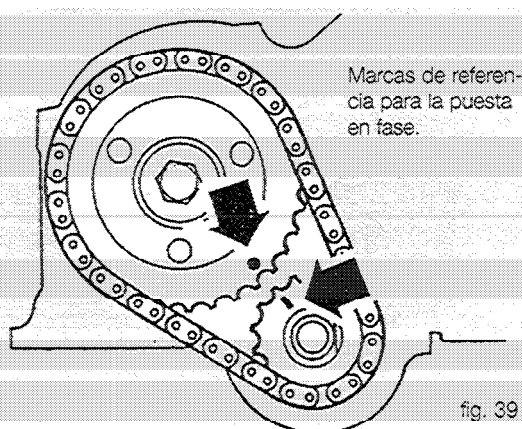


fig. 39

Distribución por cadena con árbol de levas en culata OHC

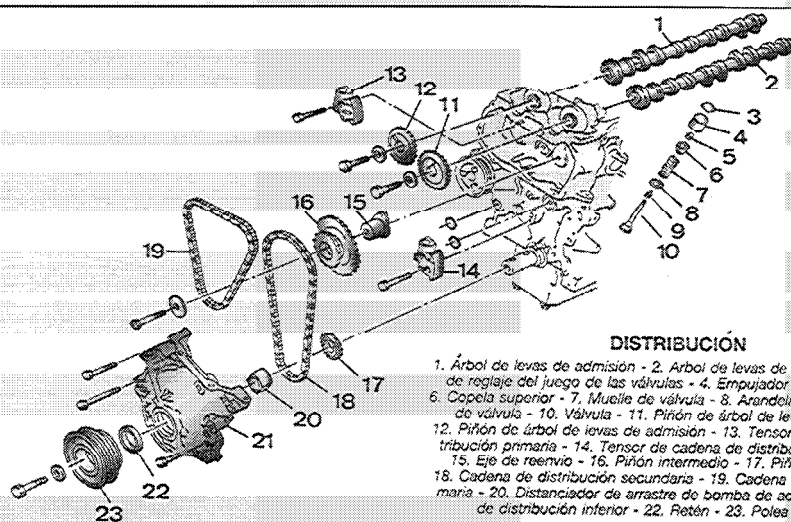
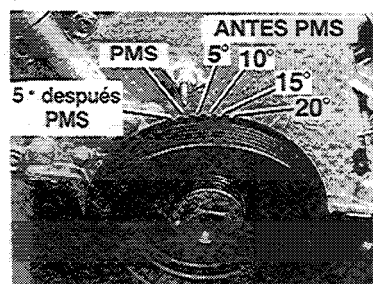
Aquí seguiremos las pautas de un modelo de la firma japonesa Nissan. Como puede verse en la figura 40, este sistema de distribución incorpora dos cadenas que se encargan de coordinar el movimiento a los órganos de la distribución.

Mediante la cadena secundaria (18) transmite el movimiento del cigüeñal a través del piñón (17) al piñón intermedio (16), que a la vez arrastra mediante la cadena primaria (19) el movimiento de los dos árboles de levas de la culata.

Para proceder al desmontaje y montaje, hemos de proceder en primer lugar al desmontaje de la culata. Para ello procederemos como sigue:

- Vaciar el circuito de refrigeración y sacar las correas de arrastre del alternador y de la dirección asistida.
- Sacaremos el filtro de aire y los conductos.
- Colocaremos el vehículo sobre caballetes y desmontaremos la rueda delantera derecha. Sacaremos el carenado del paso de rueda derecho y quitaremos la tapa de culata.

- Quitaremos las bujías y haremos girar el motor a mano hasta poner el cilindro n.º 1 (lado distribución) en P.M.S. de encendido.



DISTRIBUCIÓN

1. Árbol de levas de admisión - 2. Árbol de levas de escape - 3. Pastilla de reglaje del juego de las válvulas - 4. Empujador - 5. Semiconos - 6. Copeta superior - 7. Muelle de válvula - 8. Arandela - 9. Retén de cola de válvula - 10. Válvula - 11. Piñón de árbol de levas de escape - 12. Piñón de árbol de levas de admisión - 13. Tensor de cadena de distribución primaria - 14. Tensor de cadena de distribución secundaria - 15. Eje de reenvío - 16. Piñón intermedio - 17. Piñón de cigüeñal - 18. Cadena de distribución secundaria - 19. Cadena de distribución primaria - 20. Distanciadore de arrastre de bomba de aceite - 21. Cubierta de distribución inferior - 22. Retén - 23. Poleas de cigüeñal.

fig. 40



- Sacaremos el distribuidor, la caja termostática y los conectores eléctricos.

- Sacaremos el colector de escape, caja de mariposas y colector de admisión.

- Desmontaremos el tensor de la cadena primaria.

- Aflojaremos el tornillo de fijación del piñón intermedio.

- Aflojaremos los dos tornillos de fijación de los piñones de árboles de levas.

- Sacaremos los piñones del árbol de levas.

- Quitaremos el tornillo de fijación del eje intermedio.

- Aflojaremos los tornillos de culata en orden inverso de apriete y los quitaremos.

- Sacaremos la culata.

- Quitaremos la cadena primaria de distribución (19).

- Por la parte de debajo del vehículo quitar el travesaño central y el cárter inferior.

- Sostener el motor y desmontar soporte delantero derecho del motor. Sacar bomba de agua, filtro aspiración del aceite, polea del cigüeñal (23) y desmontar cubierta de distribución (21).

- Desmontar tensor de cadena secundaria (18) y sacar cadena, así como el piñón.

Montaje y puesta a punto

- Comprobar minuciosamente el estado de la cadena y de los piñones.

- Comprobar que la superficie de fricción de los patines de tensores no presenten señales de desgaste importantes. No dudar de cambiarlos en caso necesario.

- Montar el piñón en el cigüeñal y comprobar que este último se encuentra en posición de P.M.S. de encendido del cilindro n.º 1 (lado distribución).

- Colocar la cadena en el piñón de forma que coincida la marca grabada en el piñón con uno de los dos eslabones plateados.

- Montar tensor de la cadena secundaria.

- Comprobar la presencia de las dos juntas tóricas en la cubierta de distribución.

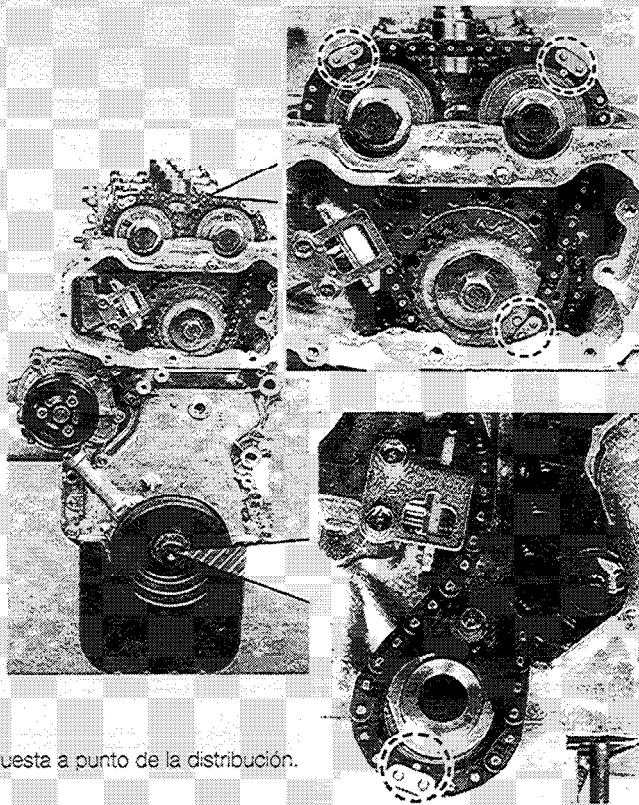
- Untar con pasta sellante el plano de junta de la cubierta de distribución y montar.

- Colocar los elementos desmontados en sentido inverso (bomba de agua, filtro, cárter inferior, polea, travesaño).

- Presentar la cadena primaria en el piñón intermedio haciendo coincidir el eslabón dorado con la marca del piñón.

- Colocar el eje de reenvío en el piñón intermedio.

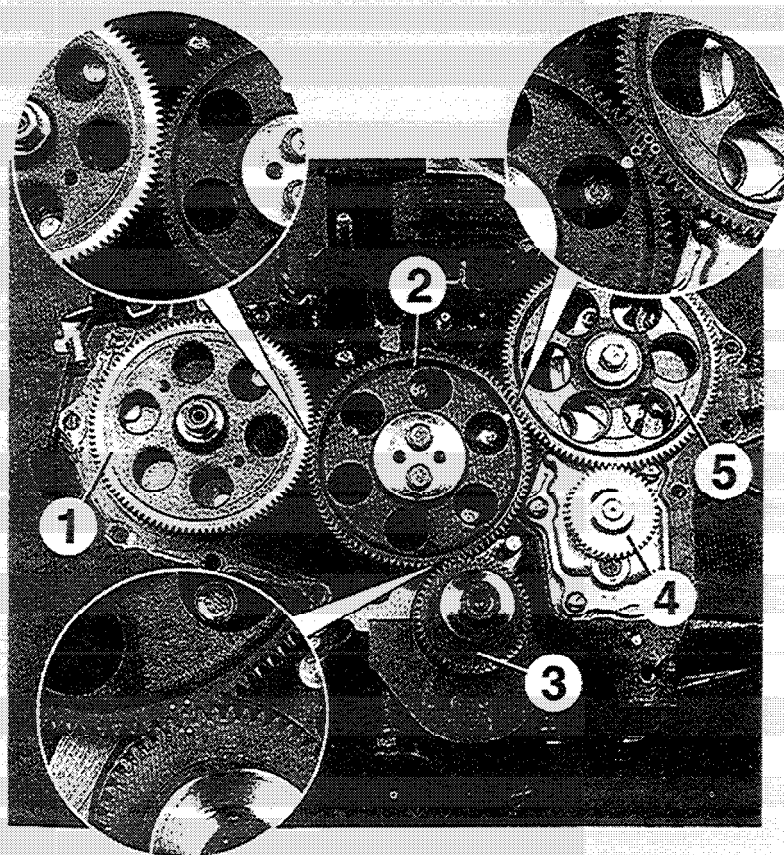
- Montar culata.



Puesta a punto de la distribución.

CALADO DE UNA DISTRIBUCIÓN POR PIÑONES

Ejemplo de realización en un vehículo diesel de la marca Ford



1. Piñón de bomba de inyección
2. Piñón intermedio
3. Piñón de cigüeñal
4. Piñón de bomba de aceite
5. Piñón de árbol de levas

94

• El método de calado de la distribución consiste en posicionar los cuatro piñones (bomba de inyección, cigüeñal, árbol de levas y piñón intermedio) entre sí mediante marcas realizadas en el perfil de los dientes. El piñón de bomba de aceite no tiene una posición concreta. Antes de efectuar el calado es preciso desmontar las piezas de alrededor para acceder al cárter de distribución.

- Desconectar la batería.
- Efectuar el vaciado del circuito de refrigeración.
- Desempalmar los manguitos que van al radiador.
- Desmontar el radiador y el ventilador.
- Sacar correas del compresor, alternador y de la bomba de asistencia de la dirección.
- Sacar pulea del cigüeñal.
- Desmontar la tapa del piñón de la bomba de inyección.

• Desmontar la caja de termostato.
 • Desmontar la tapa y el cárter de la distribución.
 • Poner el cigüeñal en P.M.S. Alinear la marca “•••” del piñón del cigüeñal con las dos marcas “•••” del piñón intermedio.

• Alinear la marca “•••” del piñón intermedio con las dos marcas del “•••” del piñón de árbol de levas.

• Alinear la marca “Z” del piñón intermedio con las dos marcas “ZZ” del piñón de bomba de inyección. Si las marcas están desfasadas, es preciso sacar los piñones para alinearlos.

• Dar dos vueltas al motor y volver al punto de calado a fin de comprobar la alineación de las marcas.

• Una vez realizado el calado, proceder al montaje en sentido inverso.

REGLAJE DE TAQUÉS

El reglaje de taqués consiste en ajustar la holgura de los elementos de mando de las válvulas a los valores establecidos por los fabricantes. La alteración de dichos valores va a repercutir directamente sobre el diagrama de distribución. En el caso de que los valores sean excesivos, van a provocar rumorosidad en el motor (el llamado "ruido de taqués"), retardará el avance y anticipará el cierre de las válvulas. En caso de que el juego sea insuficiente, provocará un efecto contrario. Si además el juego es nulo, las válvulas quedan un poco abiertas, con la consiguiente repercusión sobre las mismas.

La operación de reglaje se debe efectuar con el motor frío, teniendo en cuenta que, cuando un motor está a su temperatura normal de funcionamiento, tarda por lo menos dos horas en enfriarse. La holgura se medirá con una galga o calibre de espesores; entre válvula y patín del balancín o entre el empujador y la leva, según el caso.

Dependiendo del sistema de distribución empleado, se utilizan diferentes métodos para proceder a su reglaje: **el de las válvulas de escape y el del cruce de válvulas.**

El reglaje de las válvulas de escape

Este método consiste en colocar en posición de máxima apertura la válvula de escape de un cilindro para regular la de admisión de uno que esté en tiempo de explosión y la de escape de otro que esté en compresión (fig. 41).

El de cruce de válvulas

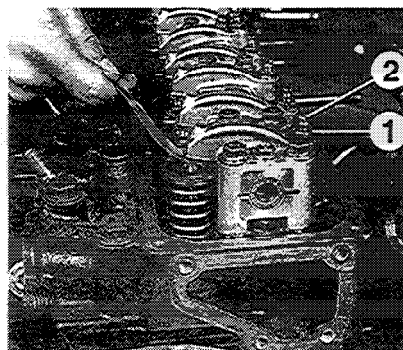
Llamamos cruce de válvulas al momento en que la válvula de escape termina de cerrarse y empieza a abrir la de admisión. Pues bien, cuando en uno de los cilindros se produce el cruce, el émbolo está en el P.M.S. cambiando del tiempo de escape al de admisión; simultáneamente hay otro cilindro también con el émbolo en el P.M.S. que ha finalizado la compresión y tiene las dos válvulas cerradas. Este último cilindro es simétrico al primero con respecto al centro del motor: el 1-4; el 2-3; o viceversa en los motores de cuatro cilindros. en el de 6 cilindros será: el 1 y el 6; el 2-5; y el 3-4; o viceversa.

Para realizar el reglaje se va girando el cigüeñal para conseguir el momento exacto de cruce del primer cilindro y así poder ajustar con las galgas el del cilindro que sigue según estén cerradas las válvulas del cilindro que le corresponde: en cruce el 1.º regular las dos válvulas del 4.º; en cruce el 3.º regular las del 2.º; en cruce las del 4.º regular las del 1.º (caso de un motor de cuatro cilindros).

Al finalizar, es preciso dar unas vueltas al cigüeñal y comprobarlo de nuevo.

Control del juego de las válvulas.

1. Contratuercas
2. Tornillo de reglaje.



Válvula de escape a poner en plena apertura



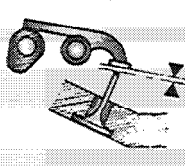
1

3

4

2

Válvula de admisión a ajustar



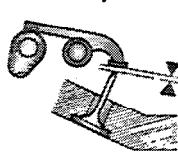
3

4

2

1

Válvula de escape a ajustar



4

2

1

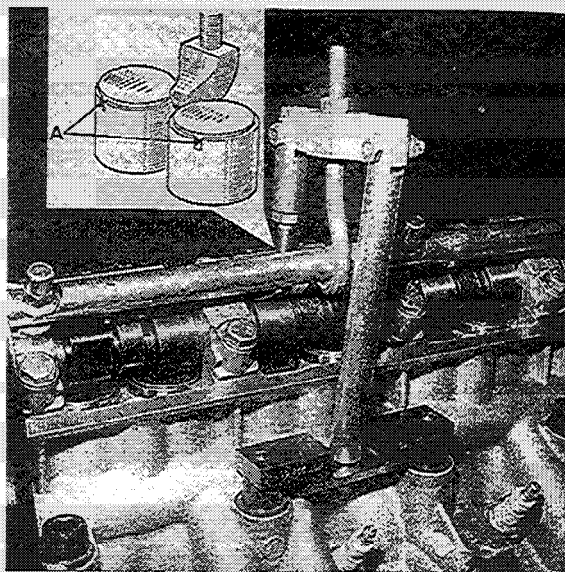
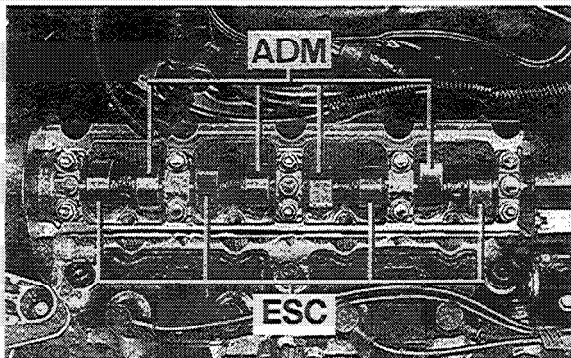
3

fig. 41

JUEGO DE VÁLVULAS CON ÁRBOL DE LEVAS EN CABEZA

Control del juego de las válvulas con mando directo del árbol de levas sobre taqués interpuestos

El reglaje del juego de las válvulas sólo hay que efectuarlo en caso de constatación de un ajuste defectuoso, de cambio o esmerilado de las válvulas o de cambio de los empujadores o del árbol de levas.



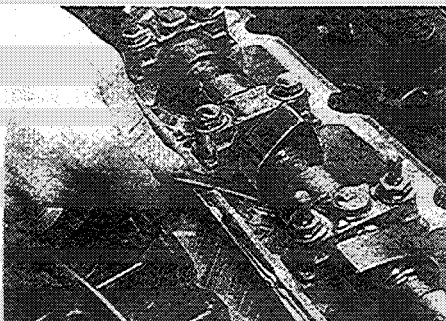
96

Control y reglaje

Desmontar la tapa de culata y su junta.

Hacer girar el motor en sentido normal de giro, a fin de colocar la cresta de la primera leva hacia arriba.

Comprobar con la ayuda de un juego de galgas, el juego entre el dorso de la válvula y el empujador y anotar el valor de este juego.



Proceder igual en cada válvula sin dejar de anotar exactamente el valor del juego.

Comprobar los juegos medidos con los preconizados y proceder en su caso al reglaje. Para ello, hundir el empujador utilizando una palanca de compresión o un útil.

Determinar el valor de la pastilla a montar efectuando la operación siguiente:



Espesor de la pastilla desmontada + juego medido - juego teórico = Espesor de las pastillas a montar

Escoger una pastilla cuyo espesor corresponda al valor calculado (si este valor no está disponible, tomar uno que se le acerque más por defecto).

Las pastillas de reglaje suelen estar disponibles en varios espesores de 0'05 mm.

Colocar la marca grabada en la pastilla en el lado del empujador.

Sacar la palanca de compresión o el útil específico del fabricante.

Proceder igual en las demás válvulas a ajustar. Montar la tapa de culata provista con su junta.



JUEGO DE VÁLVULAS CON COMPENSADOR HIDRÁULICO

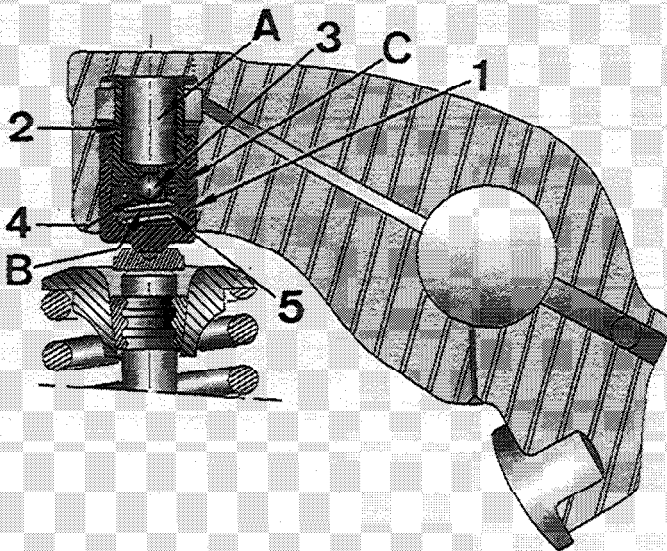
El montaje de los compensadores del juego hidráulicos anula cualquier reglaje del juego de funcionamiento de las válvulas. (fig. 42)

En el apartado teórico ya hemos hecho referencia a los taqués hidráulicos, viendo su funcionamiento desde la óptica de los que se interponen entre el árbol de levas y la válvula. Ahora, para completar este apartado, vamos a ver otro que actúa desde otra posición.

Funcionamiento

Fase de recuperación del juego

El muelle (5) tiene como función mantener en contacto todas las piezas que constituyen la cinemática de la distribución. El aceite bajo presión proveniente de la cámara (A) separa la bola (3) y llena la cámara de alta presión (B); de este modo todo aumento del juego es compensado sistemáticamente. Cuando la cámara (B) está completamente llena, el muelle (4) presiona la bola (3) sobre su asiento.



97

fig. 42

Constitución y funcionamiento

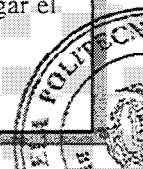
El sistema de compensación hidráulica se encuentra, en este caso, en el extremo del balancín, el cual asegura la unión con la cola de la válvula.

El compensador se compone de las piezas o zonas siguientes:

El cuerpo (1) que garantiza el contacto con la cola de válvula y el guiado; el pistón hidráulico (2); la válvula formada por una bola (3), una copela (4) y el muelle de retorno (5); la cámara de reserva de aceite (A); la cámara de alta presión (B) y el espacio de fuga (C).

Fase de compresión

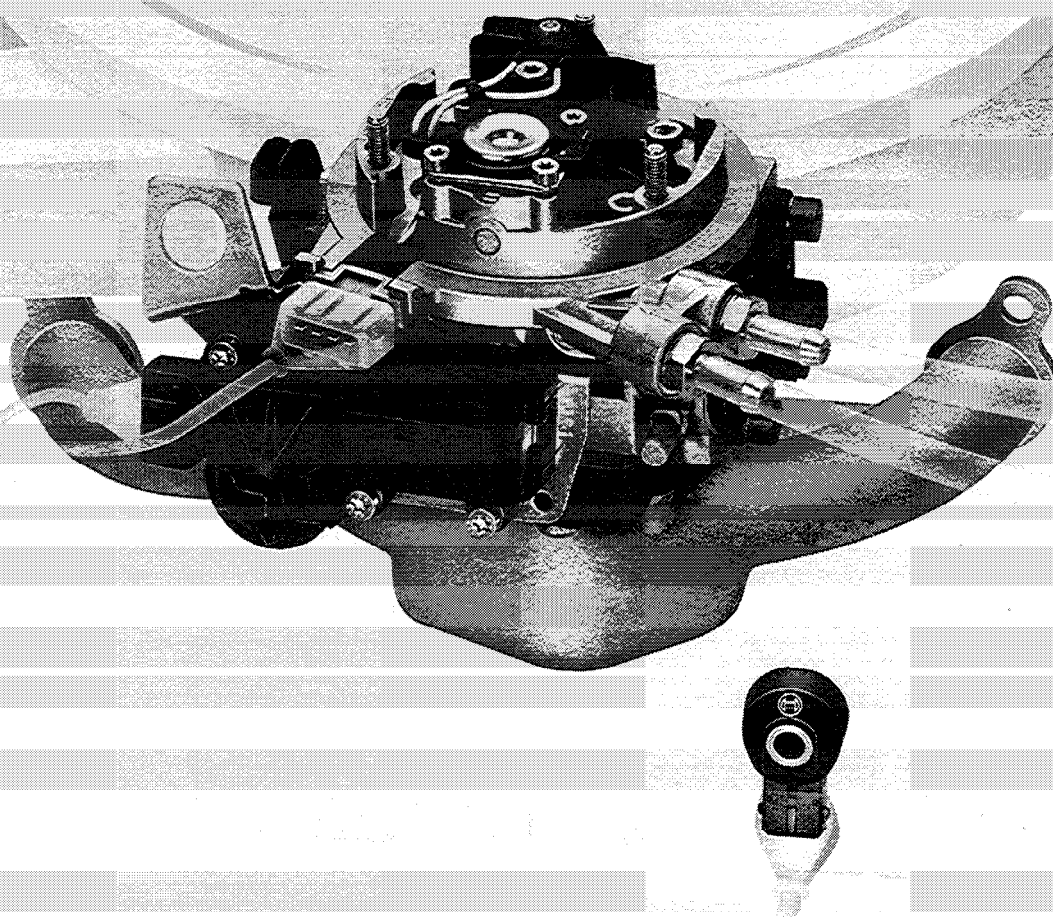
Cuando la leva acciona el balancín, este transmite el esfuerzo al pistón (2) que a la vez empuja el cuerpo del compensador gracias al volumen de aceite contenido en la cámara (B). Para compensar una dilatación de los elementos, que tendería a hacer desaparecer totalmente el juego necesario para el contacto correcto de la válvula con su asiento, una cantidad precisa de aceite se escapa por el juego calibrado entre el cuerpo (1) del compensador y su pistón (2). Por otro lado, este juego permite que el aire salga para purgar el sistema con la puesta en marcha.



ALIMENTACIÓN DE LOS MOTORES ENCENDIDOS POR CHISPA (GASOLINA)

- *La Combustión*
- *La Carburación*
- *Sistemas de inyección multipunto*
- *Sistemas de inyección monopunto*
- *Sistemas combinados inyección-encendido*

98



LA COMBUSTIÓN

INTRODUCCIÓN

La combustión es el resultado de fenómenos físicos, químicos y termodinámicos que se producen entre un elemento combustible y el oxígeno con el objetivo de transformar energía química en mecánica.

Para que se produzca la combustión es necesario un elemento combustible, un comburente y un aporte de calor en forma de chispa detonante.

La mezcla utilizada en un motor (gasolina y aire) presenta el problema, además de la cantidad de materia que interviene en la combustión, del estado físico de los elementos. En efecto, el aire se encuentra en estado gaseoso y la gasolina en estado líquido; será necesario, pues, transformar la gasolina en estado gaseoso para poder realizar una mezcla homogénea.

Cada mezcla combustible tiene una temperatura a partir de la cual se inicia la combustión; por ejemplo, gasolina + aire: 380 °C aproximadamente. Esta temperatura podrá variar en función de la relación de mezcla.

manera el propio combustible se encarga de propagar la energía en todo el volumen de la mezcla. Así pues, el frente de llamas inflama el combustible que no está en contacto directo con el aporte primario de calor.

Combustión en cámara.
A) Mezcla aire-gasolina.
B) Aparición de gasolina.

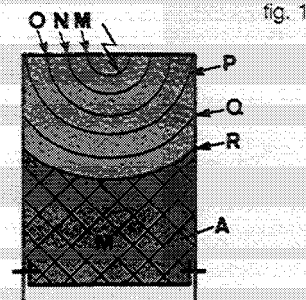
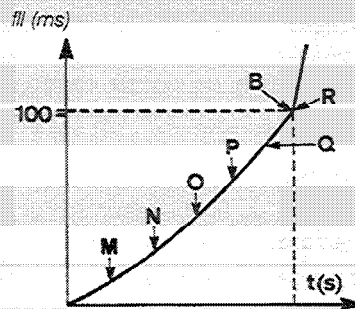


fig. 1



99

PROPAGACIÓN DE LA COMBUSTIÓN

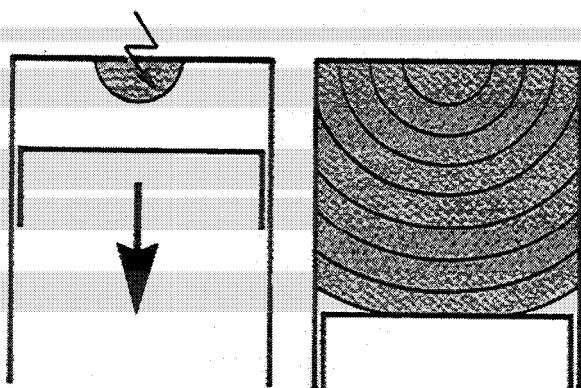
VOLUMEN VARIABLE (fig. 2)

En el interior de un cilindro motor el volumen de la cámara de combustión es variable. En el de inicio de la combustión el volumen es pequeño debido a que se inflama la mezcla cuando el pistón se encuentra antes del P.M.S. (punto muerto superior) pero a medida que el pistón se desplaza hacia el P.M.I. (punto muerto inferior) el volumen de la cámara de combustión es cada vez mayor. Esto influye notablemente en la velocidad de la combustión.

VOLUMEN FIJO (fig. 1)

Vamos a considerar un volumen de mezcla constituido por múltiples partículas de aire-gasolina.

Las partículas en contacto con la fuente de calor se inflaman, aumentando la presión y temperatura de la mezcla y propiciando la combustión de las partículas que se encuentran en el radio de acción más próximo de las inflamadas en el primer momento; de esta



fll (ms)

fig. 2

100

Combustión a volumen variable

35

t(s)

En un primer lugar, al producirse el encendido, la velocidad de la combustión aumenta muy rápidamente hasta alcanzar los 30-35 m/sg. Después de superar el PMS, el volumen aumenta progresivamente y se frena el incremento de v.c. (velocidad en la combustión) produciéndose una reacción por etapas sucesivas.

La v.c. determina la duración de la misma e interviene en el rendimiento del motor.

Se entiende como rendimiento del motor a la relación entre el trabajo producido y la energía consumida, siendo este valor siempre inferior a 1.

Las causas que provocan que el rendimiento sea muy inferior al 100 % son:

- las pérdidas de energía en forma de calor y rozamientos.

100 - la resistencia de los gases para vencer las diferentes fases de funcionamiento del motor (aspiración, compresión, escape...).

- la inercia de las piezas en movimiento.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMBUSTIÓN

Naturaleza del combustible

Teniendo en cuenta que la naturaleza del combustible utilizado va a determinar la temperatura de inflamación de la mezcla, será igualmente importante para determinar la velocidad en la que se desarrolle la combustión; así pues utilizando una mezcla combustible formada por gasolina más aire, con una temperatura de inflamación de 380 °C obtendremos una propagación de la llama más rápida y por tanto una combustión más corta, que utilizando un combustible como alcohol más aire, con una temperatura de inflamación más elevada (460 °C).

Estado de la mezcla

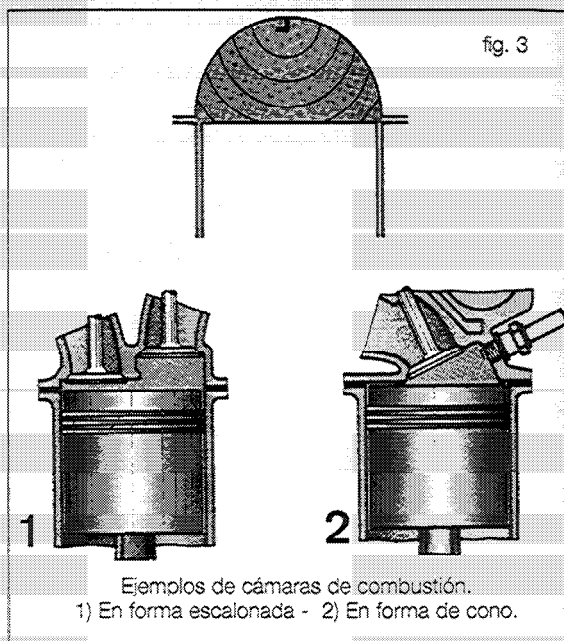
Los diferentes estados que puede presentar la mezcla son tratados en el capítulo de carburación.

Calidad de la chispa

Cuanto más potente sea la chispa mayor será la velocidad de propagación de la combustión, iniciando la combustión en un frente de llamas mayor y aumentando por ello su efecto multiplicador.

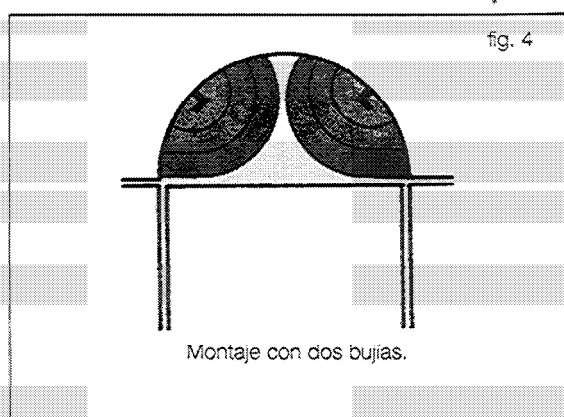
Forma de la cámara de combustión

Es interesante que la distancia a cubrir por el frente de llamas sea lo más pequeña posible. La adopción de cámaras de combustión con formas estudiadas y compactas responden a este problema (fig. 3).



Número de bujías

Se puede, al mismo tiempo reducir el tiempo y la distancia a recorrer por el frente de llamas montando dos bujías por cilindro (fig. 4).

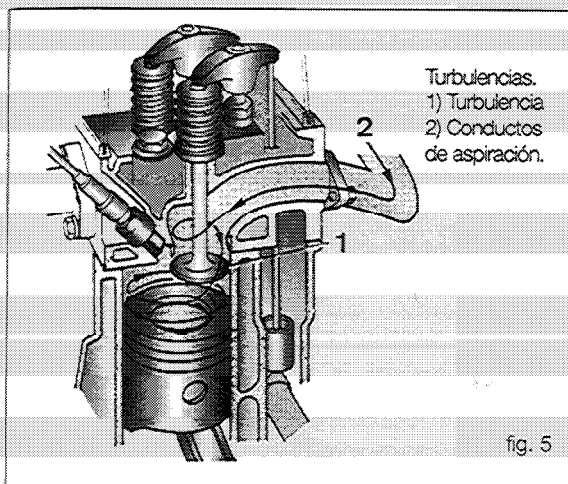




Turbulencias (fig. 5)

La forma de la cámara de combustión tiene una gran importancia a la hora de facilitar la homogeneidad de la mezcla y por tanto su total inflamación.

Actualmente, además de las formas vistas anteriormente, el montaje de una tercera válvula facilita la formación de turbulencias que a su vez contribuye a conseguir una mezcla homogénea.



EL PICADO COMO FENÓMENO DE LA COMBUSTIÓN

La combustión en masa provocada por el encendido libera una cantidad de energía enorme y como consecuencia un incremento de temperatura y presión muy importante. Como resultado de ello se deriva una falta de lubricación entre cigüeñal y biela que provoca un ruido característico llamado "picado".

Este fenómeno puede ser originado por:

- *Autoencendido* (fig. 6a); resultado de la inflamación de toda la masa gaseosa llevada a su temperatura de inflamación, debido a una presión excesiva o a una temperatura elevada de la mezcla. La combustión se produce sin que intervenga la bujía.

- *Encendido anticipado* (fig. 6b) (*por punto caliente*); resultado de un encendido no pilotado por la bujía, producido durante la fase de compresión y debido al nivel de temperatura alcanzado por algunas partes como válvulas o, electrodos al ponerse al rojo vivo.

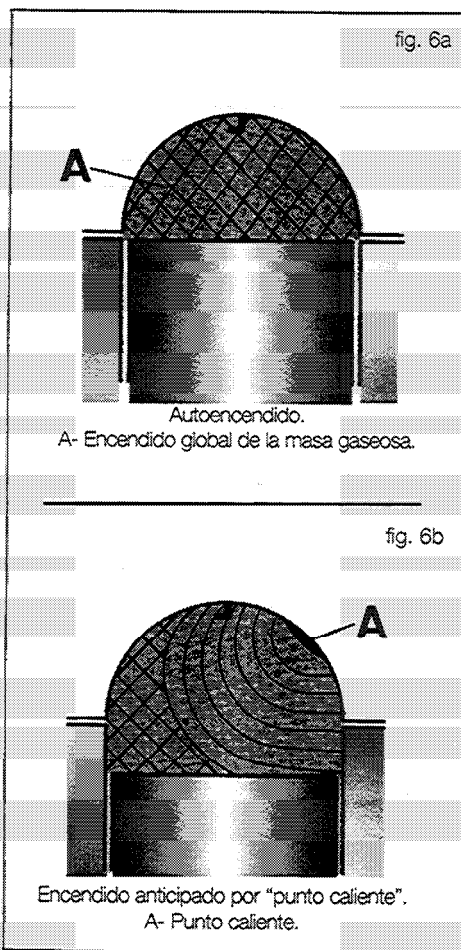
La combustión será progresiva al inicio, para terminar en detonante de manera incontrolable.

- La naturaleza del combustible; el fenómeno de picado puede ser debido también por el combustible utilizado, no apropiado a la compresión del motor siendo necesario utilizar un combustible con un índice de octanaje adecuado.

- Índice de octanaje: es la capacidad de un carburante a resistir la detonación. Está definido por un número sin unidad y obtenido por comparación del comportamiento del carburante a testar con uno compuesto de heptano detonante y octano poco detonante. Se utiliza para ello un motor monocilíndrico normalizado con niveles de compresión y avance de encendido variables, creado por el instituto americano de investigación sobre combustibles.

Índices de octanaje de diferentes gasolinas utilizadas:

Ordinaria	89/92
Súper	97/99
Eurosúper	95
Eurosúper Plus	98



LA CARBURACIÓN

La carburación consiste en realizar una mezcla combustible que permita al motor funcionar en todas sus circunstancias. La mezcla aire + gasolina adecuada a cada situación deberá permitir una combustión lo más perfecta posible.

Será necesario intervenir sobre la:

- dosificación.
- vaporización.
- homogeneización.

DOSIFICACIÓN (fig. 7)

La dosificación perfecta es el resultado de una combustión completa de carburante con la aportación necesaria de oxígeno.

Está determinada por la aplicación de la ecuación química que define las proporciones de aire y gasolina para permitir su combustión.

Se define la dosificación como la relación entre la cantidad de gasolina y la correspondiente cantidad de aire.

$$D = \text{masa gasolina} / \text{masa aire}$$

Más allá de los límites donde la dosificación resulta demasiado rica o demasiado pobre la combustión resulta imposible.

Para obtener un rendimiento máximo se intenta extraer toda la energía contenida en cada partícula de gasolina siendo necesario un exceso de aire ($D=1/18$); mientras que para obtener la máxima potencia se busca tener una propagación de la llama lo más rápida posible, siendo necesario entonces disponer de un exceso de gasolina ($D = 1/12,5$).

Diremos pues que para un motor de gasolina será necesario adoptar una solución de compromiso entre el rendimiento y la potencia.

La influencia que tiene la dosificación en la potencia y el consumo se puede observar si se mantiene un motor a régimen y caudal de aire constante; partiendo del límite pobre de inflamabilidad e incre-

mentando progresivamente la riqueza de la mezcla. El resultado es:

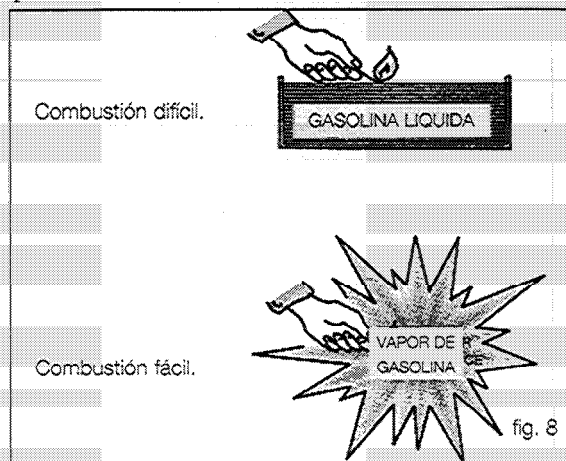
- Un aumento rápido de la potencia.
- Una estabilización de la potencia y que el enriquecimiento sea continuo.
- Una pérdida de potencia cada vez mas acusada a medida que nos acercamos al límite de inflamabilidad por riqueza.

La curva de consumo específica muestra que el consumo mínimo donde el rendimiento es máximo se obtiene con valores de potencia inferiores a la potencia máxima y con unos valores de riqueza también inferiores.

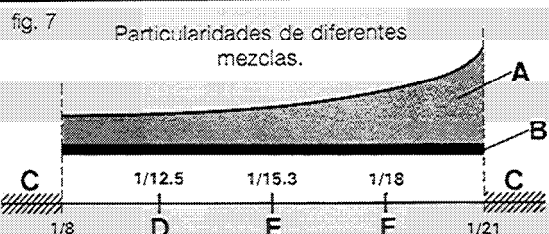
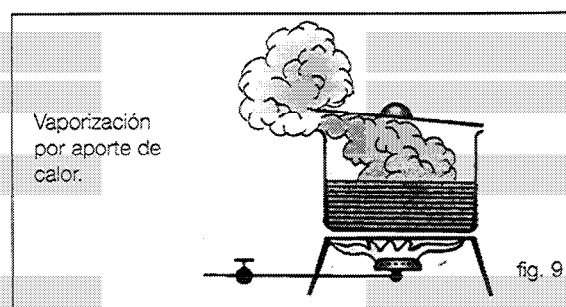
VAPORIZACIÓN (figs. 8 y 9)

Para mezclar e inflamar la mezcla aire + gasolina es necesario que los dos cuerpos tengan el mismo estado (gaseoso).

Para realizar la vaporización de un líquido podemos actuar sobre:

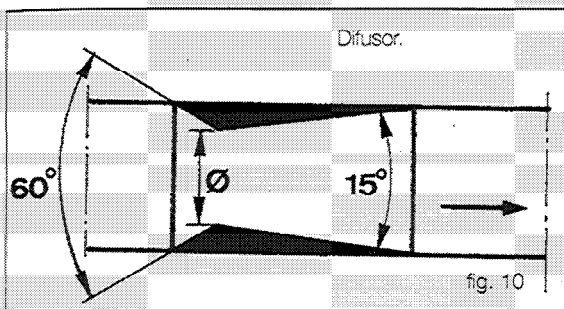


- **La temperatura:** en efecto, la vaporización de un líquido no se puede llevar a cabo sin la absorción de calor; resulta pues necesario realizar un aporte de calor llamado calor latente de vaporización.



- **La presión:** cuanto menor sea ésta menor será la energía que deban tener las moléculas para pasar de estado líquido a gaseoso, por lo tanto mayor será la evaporación.

Para reducir la presión se utiliza un difusor (venturi) donde hay una zona inicial de reducción de la sección y un posterior incremento que produce una depresión capaz de aspirar la gasolina a través de un tubo surtidor que desemboca en el difusor (fig. 10).



- **La superficie de evaporación:** lógicamente para conseguir la evaporación es necesario aumentar la superficie de contacto de la gasolina con el aire y esto se consigue al chocar el aire aspirado por la admisión con la entrada de gasolina, consiguiendo su pulverización y con ello facilitando el proceso de evaporación.

HOMOGENEIZACIÓN

La mezcla contenida en los cilindros debe ser en todos los puntos de 1 gr de gasolina por 15,3 gr de aire, de lo contrario se corre el riesgo de tener zonas ricas y zonas pobres en gasolina dentro de la misma cámara de combustión, llevando a distintas

velocidades de progresión del frente de llamas y con ello obteniendo una combustión incompleta.

Para evitar todos estos problemas hay que partir de una buena pulverización de la gasolina para que se mezcle con el aire exterior, pasando luego por los colectores de admisión donde deberá calentarse la mezcla y finalmente acceder a la cámara de combustión a través de las válvulas de admisión que crearán unas turbulencias necesarias para hacer una mezcla homogénea preparada para su combustión.

EL CARBURADOR ELEMENTAL

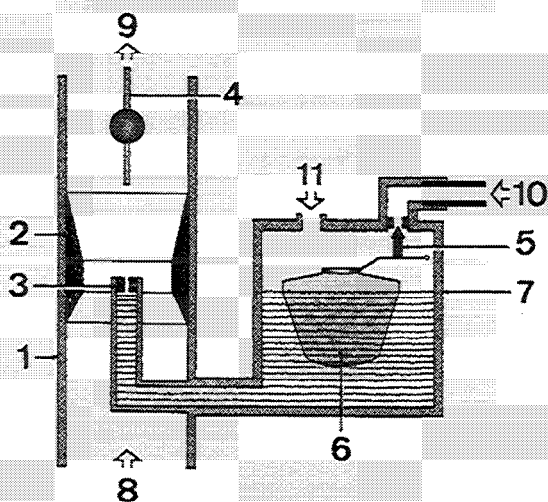
La reunión de los distintos principios enunciados con antelación permite la creación del carburador elemental (fig. 11).

Está constituido por un circuito de aire (cuerpo + difusor) dispuesto en los tubos de admisión y de un circuito de gasolina compuesto de una cuba en contacto con la presión atmosférica, de la cual proviene la gasolina que sale por un surtidor calibrado que limita el caudal.

Para evitar que el caudal de gasolina que suministra el carburador no esté influido por la variación de gasolina en la cuba, el nivel está controlado por un sistema de punzón-flotador que mantiene constante la distancia entre el nivel de gasolina y el surtidor. De esta manera el caudal de gasolina depende tan sólo de la depresión existente en el carburador.

La variación de la cantidad de mezcla de admisión para los diferentes regímenes de rotación del motor será llevado a cabo gracias a la utilización de una válvula de mariposa dispuesta entre el carburador y los cilindros (según el sentido de la circulación mezcla-combustible).

fig. 11



Surtidor sumergido y principio de automaticidad.

- 1- Cuerpo.
- 2- Conducto.
- 3- Surtidor.
- 4- Mariposa de los gases.
- 5- Punzón.
- 6- Flotador.
- 7- Nivel constante.
- 8- Entrada de aire (presión atmosférica).
- 9- Depresión del cilindro.
- 10- Llegada de la gasolina.
- 11- Presión atmosférica.

CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CAUDALES DE AIRE Y GASOLINA EN EL CARBURADOR ELEMENTAL

Si superponemos en un mismo gráfico las curvas de caudal de aire y gasolina en función de la depresión, se observan los hechos siguientes (fig. 12):

1.- La dosificación perfecta se consigue tan sólo en un punto de la depresión (H).

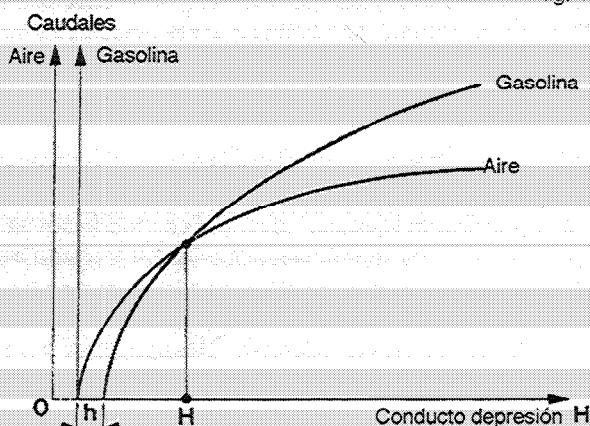
2.- Aunque la variación de los caudales se realiza en el mismo sentido, el caudal de gasolina crece más deprisa que el de aire. Por lo tanto, tendremos al inicio un caudal demasiado pobre (OH), o demasiado rico al final (HH).

3.- La diferencia de densidad entre los dos elementos hará que exista una diferencia de depresión (h) que producirá estas variaciones de caudal entre los dos elementos.

Será pues necesario realizar modificaciones de manera que se aproximen las curvas de caudales de aire y de gasolina obteniendo una relación de mezcla constante cualquiera que sea el valor de depresión existente (fig. 13).

Para conseguirlo será necesario enriquecer la mezcla en los valores de depresión más bajos y empobrecerla en las medias y altas depresiones.

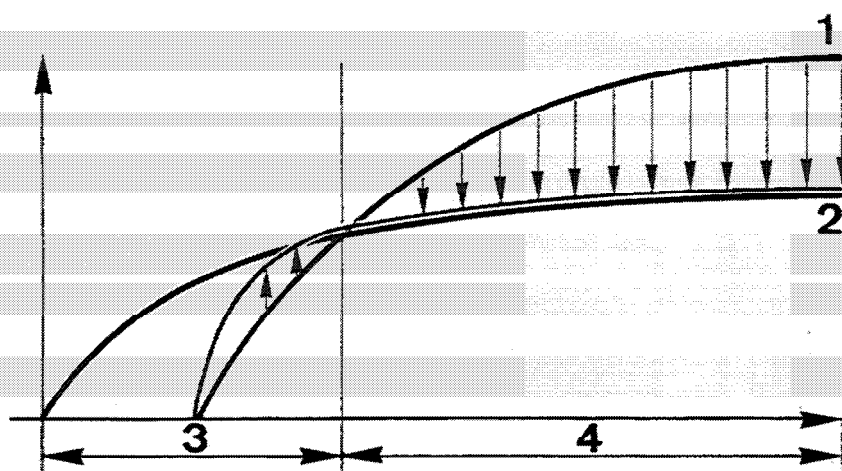
fig. 12



Curva de cantidad de aire y gasolina de un carburador elemental.

Fig. 13) Corrección a realizar para obtener un dosificado constante.
1- Caudal de salida del carburador elemental.
2- Aire.
3- Enriquecimiento.
4- Empobrecimiento.

fig. 13



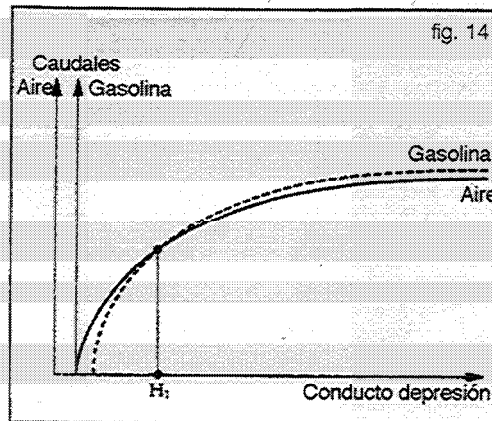
PRINCIPIO DE LA AUTOMATICIDAD

La automaticidad es un sistema que permite ajustar las curvas de caudal de aire y gasolina obteniendo una riqueza constante en todos los regímenes (fig. 14).

Como primer sistema de ajuste de la riqueza de la mezcla se coloca un surtidor calibrado (3) (fig. 15) a la salida de gasolina y por debajo del nivel de cuba. El caudal estará en función de la depresión, pero también de la carga.

Se añade también una toma de aire calibrado (fig. 15) que regula la depresión a la cual será sometido el surtidor siendo siempre inferior a la del difusor. Habrá pues un empobrecimiento en las medias y altas depresiones por el hecho de la entrada de aire suplementario.

Este hecho mejorará igualmente la pulverización debido a que ya del circuito de carburante saldrá una mezcla de aire y gasolina.



Curvas de caudales después de corrección.

CUBA DE NIVEL CONSTANTE

El conjunto cuba, punzón y flotador constituye la cuba a nivel constante.

Su función es:

- 1.- Evitar cualquier desbordamiento del sistema alimentación.
- 2.- Asegurar un nivel constante de una altura bien determinada, esto influye directamente en el funcionamiento del carburador

El movimiento realizado por el flotador siguiendo el incremento de nivel de gasolina en la cuba cierra el punzón manteniendo el nivel de gasolina a la altura **H** determinada en la figura 16.

Un nivel demasiado bajo producirá problemas de alimentación al circuito principal, mientras que un nivel demasiado alto aportará una relación de mezcla demasiado rica (fig. 17).

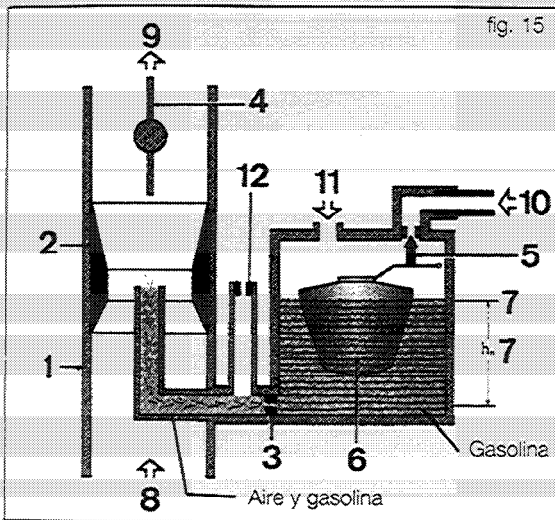
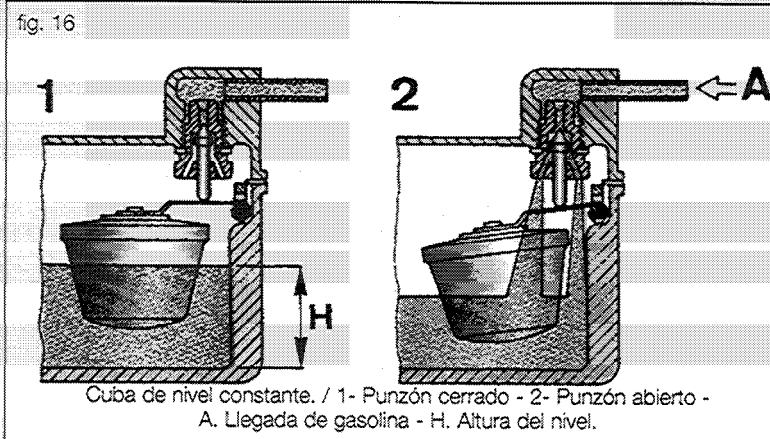


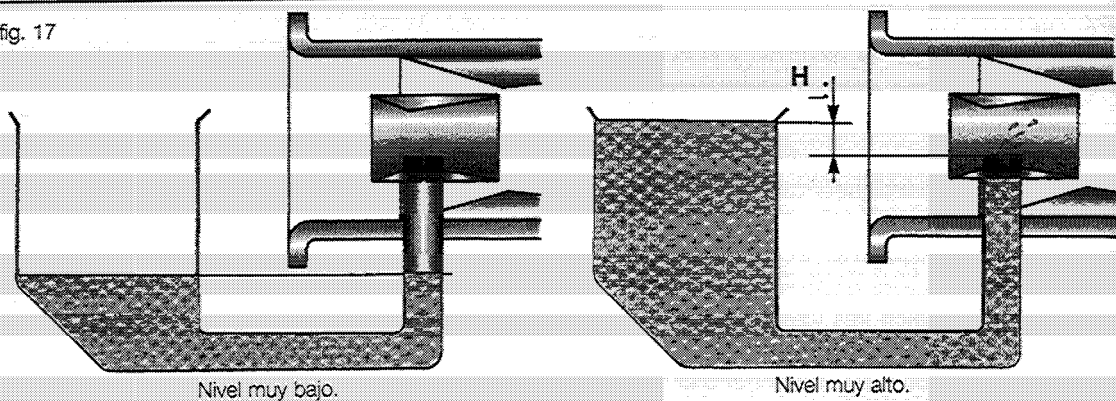
Fig. 15)
Realización del carburador elemental.

- 1- Cuerpo.
- 2- Conducto.
- 3- Surtidor.
- 4- Mariposa de los gases.
- 5- Punzón.
- 6- Flotador.
- 7- Nivel constante.
- 8- Entrada de aire.
- (presión atmosférica).
- 9- Depresión del cilindro.
- 10- Llegada de la gasolina.
- 11- Presión atmosférica.
- 12- Ajuste de automaticidad.



Cuba de nivel constante. / 1- Punzón cerrado - 2- Punzón abierto - A. Llegada de gasolina - H. Altura del nivel.

fig. 17



3.- Evitar toda variación de presión independiente de la carga resultante de la altura H de la gasolina, y que podrá modificar el caudal de gasolina por el surtidor.

Esta presión depende:

- de la presión de alimentación.
- del diámetro del surtidor.
- del sistema de aireación de la cuba.

106

DISPOSICIÓN DE LA CUBA Y DEL FLOTADOR

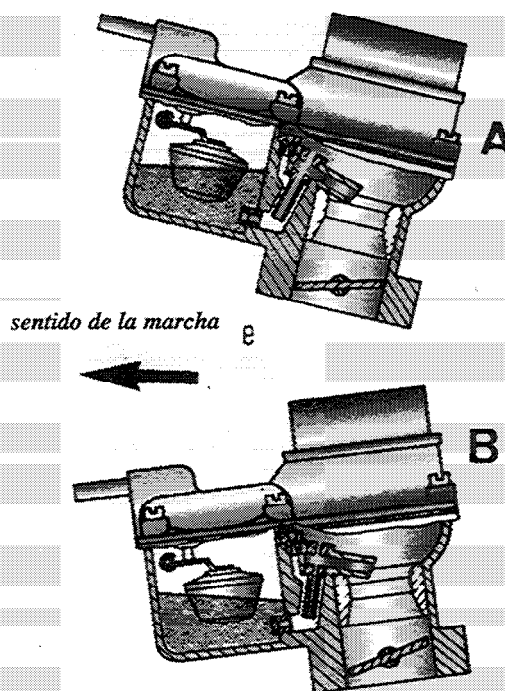
La cuba ha de estar dispuesta hacia la parte delantera del vehículo para:

- Facilitar la alimentación del sistema durante las aceleraciones y las subidas.
- Evitar los desbordamientos del sistema en las frenadas o las bajadas (fig. 18).

En cuanto al flotador permite por su forma troncocónica mantener un nivel muy preciso.

Está montado al centro de la cuba, y su eje bascula hacia la parte frontal del vehículo.

En la figura 19 podemos ver diferentes tipos de flotador.

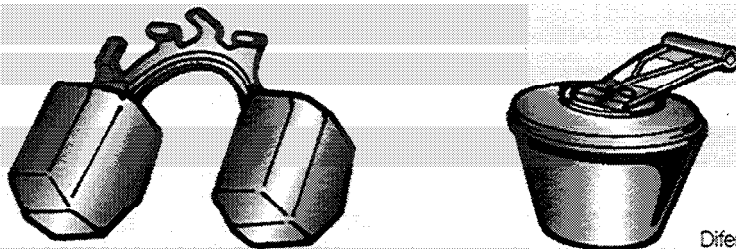


Podemos asimilar la acción de subida a la aceleración y la acción de bajada al frenado.

A- Aceleración (subida) - B- Bajada (frenada).

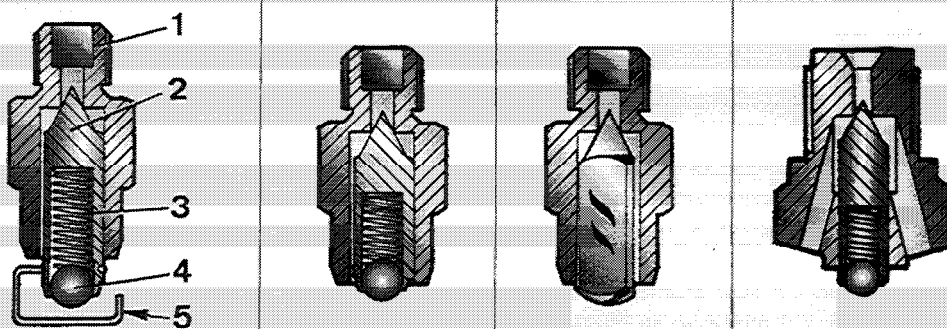
fig. 18

fig. 19



Diferentes tipos de flotador.

fig. 20



Punzón con muelle de amortiguación.

1. Eje de punzón - 2, 3. Conjunto muelle - 4. Bola de cierre - 5. Gancho de arrastre del punzón.

Para permitir fuertes inclinaciones (ej. vehículos todoterreno) se pueden encontrar cubas con flotadores dobles (fig. 21).

Para mantener un nivel de cuba estable los punzones que se utilizan para cortar la entrada de gasolina a la cuba están provistos de un muelle para hacer frente a las vibraciones de los vehículos (fig. 20).

Doble flotador.

1. Llegada del carburante - 2. Punzón - 3. Cubas - 4. Apoyo - 5. Doble flotador.

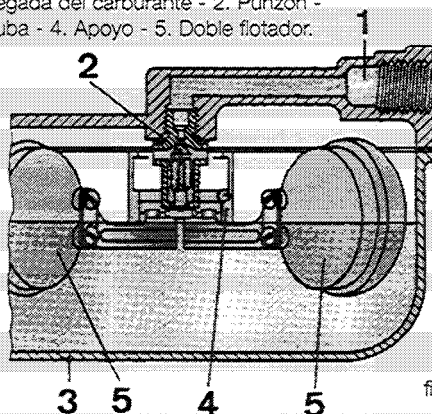


fig. 21

DISPOSICIÓN DE LOS CARBURADORES

Las distintos nombres de los carburadores son dados por la disposición de los tubos de admisión y el sentido de circulación del aire.

Tipo vertical: la entrada del aire se efectúa por la parte inferior. Actualmente no se utiliza por que presenta problemas en el arranque en frío y en el pleno llenado del motor.

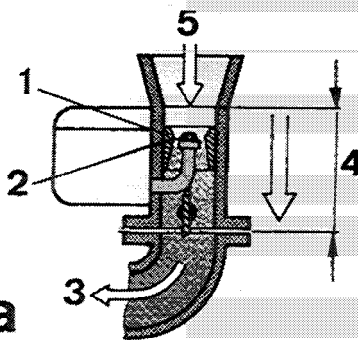
Tipo invertido (a): el aire entra por la parte superior. Actualmente es el más difundido, facilita el

llenado del motor, ya que el flujo de la mezcla se ve favorecido por la gravedad.

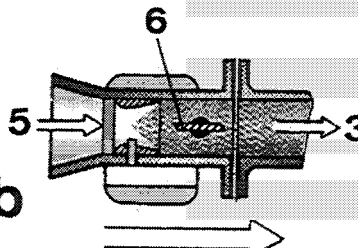
Tipo horizontal e inclinado (b, c): se recurre a esta solución cuando hay problemas de espacio (altura) en el vano motor (fig. 22).

Diferentes disposiciones del carburador

a- Carburador invertido
1. Difusor -
2. Tubo de salida
3. Mezcla aire + gasolina -
4. Cámara de carburación -
5. Aire.



b- Carburador horizontal.
3. Mezcla aire + gasolina -
6. Mariposa de los gases -
5. Aire.



c- Carburador inclinado.
3. Mezcla aire + gasolina -
5. Aire.

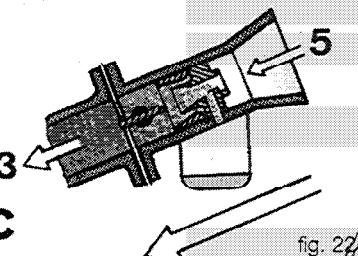


fig. 22

TECNOLOGÍA DE LAS DIFERENTES FUNCIONES DE UN CARBURADOR

AUTOMATICIDAD

En los carburadores utilizados en nuestros vehículos el principio de automaticidad descrito anteriormente ha estado mejorado por la utilización de un tubo de emulsión. Esto permite una mejor progresión en la circulación de gasolina por el circuito principal.

Para valores de depresión débiles el ajuste de automaticidad no puede actuar todavía puesto que los orificios del tubo de emulsión están en un nivel demasiado bajo. A partir del momento en que se aumenta ligeramente la depresión en el difusor, provoca el encendido del combustible que sube de 6 a 7 mm. El primer orificio del tubo de emulsión, queda al descubierto de tal forma que un poco de aire puede penetrar por el

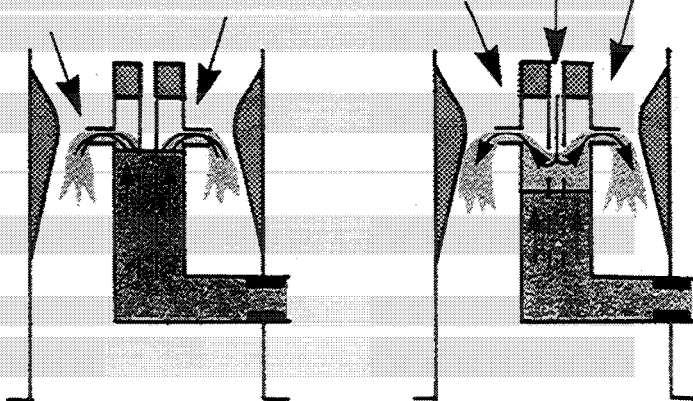
ajuste de automaticidad, atravesar el orificio, mezclarse con la gasolina, y la arrastrarla al difusor. En este momento y a causa de la entrada de un poco de aire por un orificio lateral del agujero de emulsión, la depresión que actúa sobre el nivel de gasolina en el pozo es, por ejemplo, del 95 % de la que existe en el difusor. Tan pronto queda al descubierto el segundo orificio del tubo de emulsión la depresión que actúa sobre el nivel de gasolina es ahora del 90 %. De esta forma se ha obtenido lo que se llama automaticidad del carburador, es decir, a medida que aumenta el caudal de aire, o sea, aumenta la depresión en el difusor, disminuye la proporción de esta depresión que actúa sobre el surtidor y reduce por lo tanto el caudal de gasolina ajustándolo a la evolución del caudal de aire. (figs. 23 y 24).

La utilización de un doble difusor nos dará como ventaja el disponer de una emisión de carburante centrado y de mejorar la pulverización.

La colocación exterior del tubo de emulsión y su inclinación evitan en gran parte los problemas de percolación y congelación.

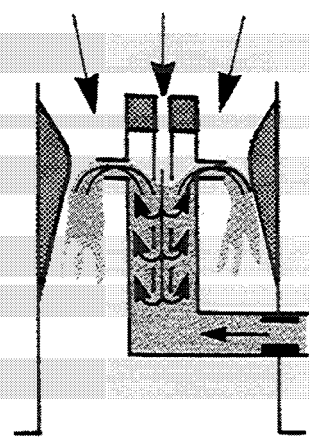
Este sistema se diferencia del anterior por la aspiración de la gasolina alrededor del tubo de emulsión, siendo las pérdidas de carga menos importantes.

fig. 23



1. Depresión débil

2. Depresión media



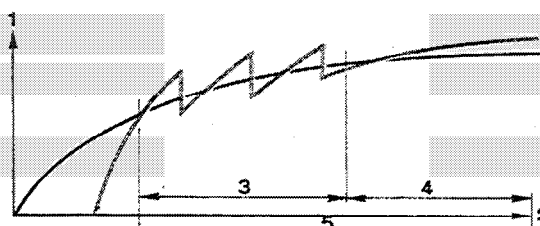
3. Depresión fuerte

Automaticidad.

Curvas de caudal de gasolina y aire con automaticidad.

1. Caudal.
2. Régimen.
3. Tubo emulsión.
4. Automaticidad.
5. Circuito principal.

fig. 24





ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL CIRCUITO PRINCIPAL

Diámetro del cuerpo:

Expresado en milímetros depende de las características del motor y de su aplicación (fig. 25).

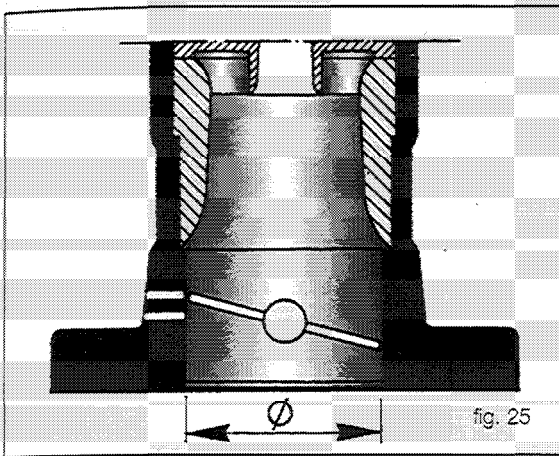


fig. 25

Difusor o venturi:

Su diámetro es escogido después de realizar ensayos sobre el motor.

Un diámetro más grande permite obtener la potencia máxima en regímenes elevados o en una velocidad máxima, mientras que un diámetro más pequeño permite mejorar el rendimiento pero con pérdidas de potencia máxima.

Su marcaje en milímetros se realiza en el propio cuerpo del carburador (fig. 26).

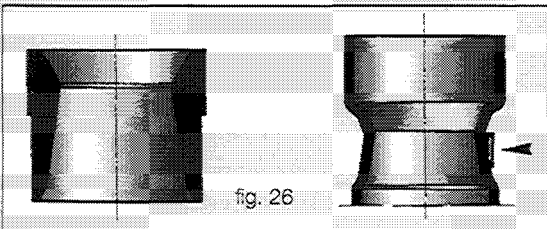
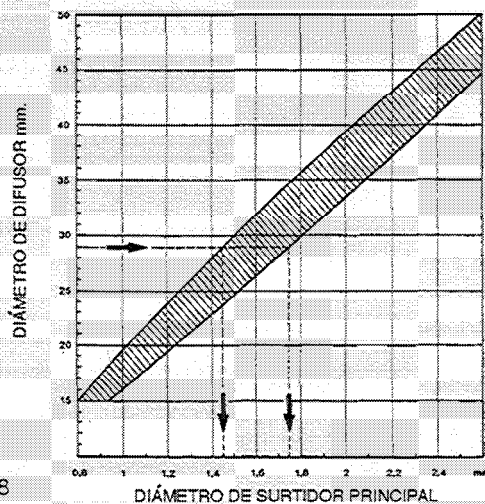


fig. 26

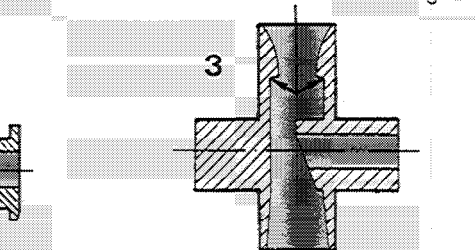
fig. 28



DIÁMETRO DE DIFUSOR mm.

DIÁMETRO DE SURTIDOR PRINCIPAL

fig. 27



Centrador normal

Centrador alargado

Centrador de triple difusor

Centrador:

Para las utilizaciones deportivas se utilizan centradores de forma alargada para evitar turbulencias de gasolina producidas por las pulsaciones del motor (fig. 27).

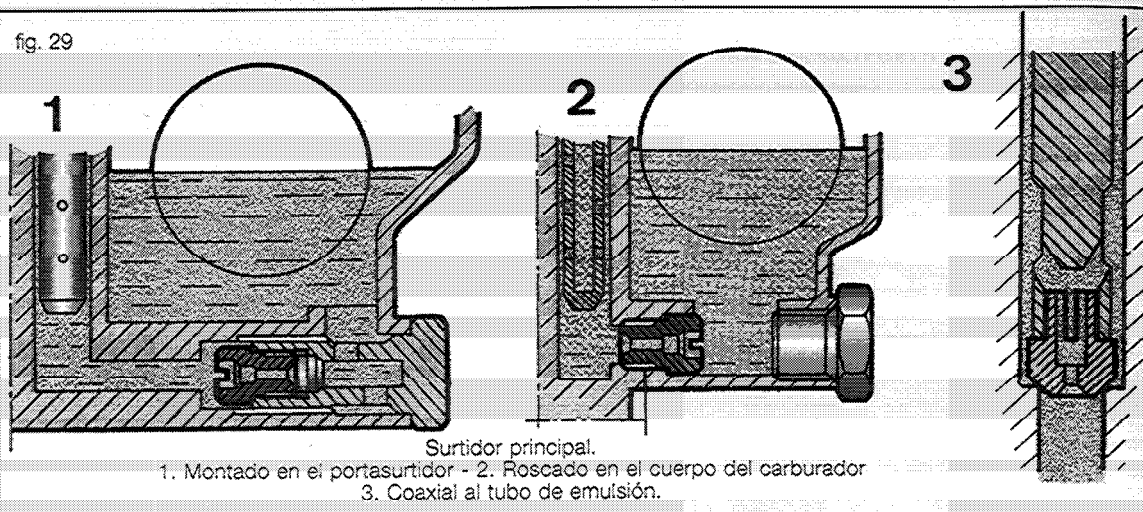
El marcaje esta realizado en la sección más pequeña (T) del surtidor atravesado por la mezcla para los carburadores Weber mientras que para los Solex no existe ninguna marca.

Surtidor principal:

Se pueden encontrar dos tipos de montaje, en el mismo portasurtidor o en el cuerpo del carburador. Es una pieza calibrada con gran precisión, y su diámetro es escogido en función del difusor, del número de cilindros a alimentar y del carburante utilizado. El marcado en centésimas de milímetro se realiza lateralmente en los surtidores Weber y en la parte superior para los Solex (figs. 28 y 29).

En caso de modificaciones de montaje, el caudal no depende tan sólo de la sección de paso, sino también de la longitud y del cono de entrada, por lo que será necesario montar siempre un surtidor de origen.

fig. 29



Surtidor de automaticidad y tubo de emulsión:

El surtidor de automaticidad puede estar fijo en la salida cuba del circuito principal, fijo en el tubo de emulsión o en el interior del propio tubo de emulsión.

Si se aumenta el diámetro del surtidor de automaticidad se empobrece la mezcla mientras que si aumentamos el diámetro del surtidor principal enriqueceremos la mezcla.

En lo referente al tubo de emulsión el tipo y diámetro son determinados por el constructor después de realizar estudios sobre bancos. Será pues necesario, referirse siempre a las tablas del propio constructor para cualquier modificación (ver tabla del final).

Tomando como ejemplo el carburador de la figura 30, en marcha normal el motor está alimentado en gasolina por el surtidor (1) y en aire por el difusor (2).

La automaticidad de dosificación aire-gasolina se realiza mediante una entrada de aire calibrada por

el surtidor (3). El tubo de emulsión (4) prolongado por el tubo surtidor está emplazado en su alojamiento permaneciendo totalmente inamovible.

En los bajos regímenes de rotación del motor, la válvula de mariposa está totalmente cerrada y la depresión en el difusor no es suficiente para alimentar al motor con mezcla carburada mediante el circuito principal. El motor se cala y por ello se añade un circuito independiente de ralenti, que tiene su salida de gasolina en una zona donde la depresión es más elevada.

fig. 30

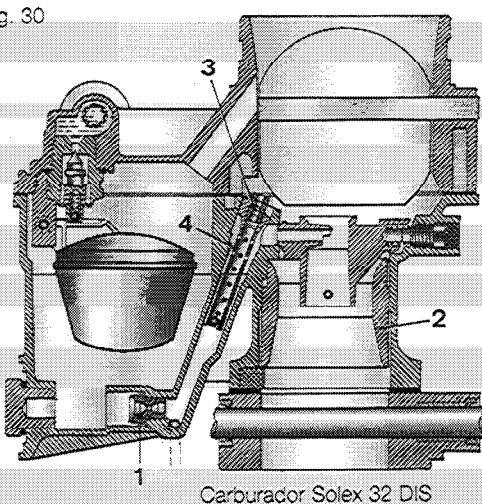


Tabla indicativa Columnas de Emulsión

	Números de catálogo Weber		
	61440..... (ex. 3474)	61450..... (ex. TS 674)	61455..... (ex. TS 534 a)
Utilización estándar			
Tubos de uso común	F2-F3-F6-F7 F8-F9-F15 F16-F20-F21 F24-F26-F33 F34-F35	F2-F3-F4-F7 F9-F11-F14 F15-F16	F8-F13-F23 F26-F30-F33
Para enriquecer a bajo régimen con poca aceleración (tubos sin orificios arriba).	F3-F5-F7-F21	F7	F23-F30
Para empobrecer a bajo régimen o con poca aceleración (tubos con orificios arriba).	F20-F33-F34	F2-F3-F11 F14-F15-F16	F8-F26-F33
Tubos con muchos taladros para reducir riqueza a régimen elevado si el calibre es superior a 2 mm.	F8-F16-F20	F11-F19	F8-F9-F31
A veces, para enriquecer las pequeñas aceleraciones es necesario aumentar la reserva de combustible, esto se consigue con ayuda de un tubo de diámetro exterior pequeño con un orificio preferentemente bajo y un calibre de aire más grande para evitar enriquecer en alta.	F3-F5-F25	F7-F8	F13
Tubos para surtidores principales muy grandes o para carburantes con alcoholes.	F2-F20 F24-F25 F26	F2-F3-F4-F7 F17	F8-F10 F29

CIRCUITO DE RALENTÍ

La función del circuito de ralentí es asegurar el funcionamiento del motor hasta el encendido del circuito principal. Así pues, deberá proporcionar el caudal de mezcla necesario para vencer las resistencias pasivas del motor y órganos subsidiarios.

El circuito de ralentí deberá suministrar mezcla combustible al motor por lo que tendrá un circuito de gasolina regulado por el surtidor de ralentí y un circuito de aire que está comprendido por el espacio entre la válvula de mariposa y el cuerpo del carburador.

Según la situación del surtidor de ralentí nos podemos encontrar con dos tipos de ralentí:

- Ralentí monojet: el surtidor de ralentí está después del surtidor principal. Por lo tanto el surtidor principal alimentará tanto el circuito principal como el de ralentí, siendo el sistema más empleado en carburación (fig. 31).

El sistema tiene una toma de aire para realizar una primera emulsión de combustible (u).

La cantidad de mezcla emulsionada se regula por el tornillo de riqueza del ralentí (w).

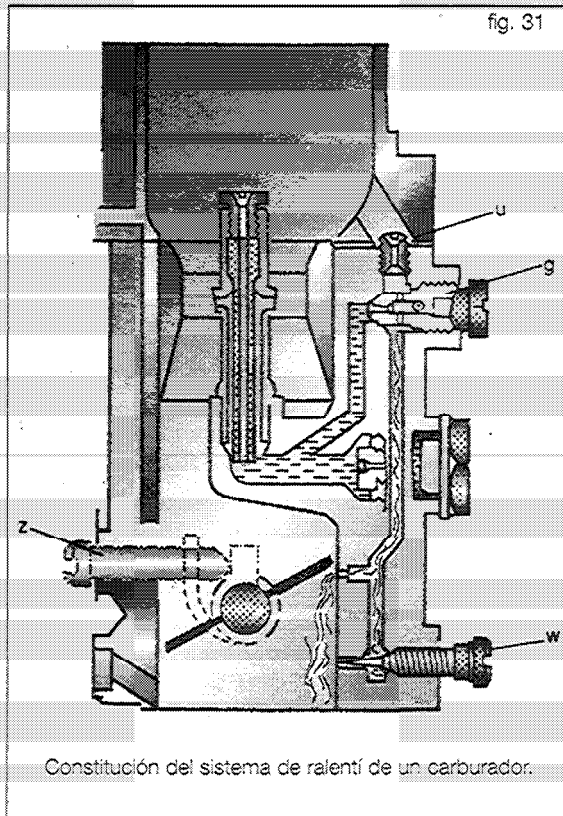
A motor parado, el nivel de gasolina está a la altura del nivel de cuba; cuando ponemos el motor en marcha debajo de la mariposa existe una gran depresión ($600-800 \text{ gr/cm}^2$) mientras que en la parte superior la presión es prácticamente igual a la atmosférica.

La gran depresión bajo la mariposa se transmite a través del tornillo de riqueza y del surtidor de ralentí a la gasolina del circuito de ralentí. Este se enciende, la gasolina pasa a través del surtidor de ralentí y se emulsiona con el aire que pasa a través del calibre del ralentí, saliendo dicha emulsión a través del tornillo de riqueza. Esta mezcla se pulveriza y se une al flujo de aire que pasa entre mariposa y cuerpo del carburador.

- Ralentí bi-jet: el surtidor de ralentí está antes del surtidor principal, por lo tanto el circuito de ralentí es independiente del principal.

El caudal de gasolina suministrado por surtidor de ralentí se suma al del circuito principal en toda la gama de regímenes de funcionamiento del motor. Es necesario realizar orificios de *bypass* con extraordinaria precisión para evitar consumos exagerados.

Es un sistema que prácticamente no se usa por los excesivos consumos.



111

PROGRESIÓN

El motor gira regularmente en ralentí. Si abrimos progresivamente la mariposa, el motor se cala. Esto es debido a que el caudal de aire suministrado al motor aumenta, sin haber como contrapartida un aumento proporcional de gasolina, ya que la sección de paso de gasolina a través del tornillo de riqueza permanece invariable.

Al abrir progresivamente la mariposa, la depresión transmitida al difusor no es lo suficientemente elevada como para encender el circuito principal.

Es necesario un dispositivo independiente del tornillo de riqueza que asegure el aporte de gasolina necesario para conseguir una mezcla convenientemente dosificada en el paso de funcionamiento del circuito de ralentí al principal.

Por ello, se han practicado los orificios de progresión que quedan justo por encima de la mariposa, al estar ésta en posición de ralentí.

Con una mayor abertura, la depresión se transmite al difusor y encheba el circuito principal. Una vez funcionando el circuito principal, el caudal de gasolina suministrado por el circuito de ralentí es despreciable respecto al suministrado por el principal. El caudal de gasolina suministrado viene fijado por el surtidor principal por ello no importa que funcionen ambos circuitos a la vez.

Funcionamiento progresión (fig. 32):

1. Circuito de ralentí funcionando normalmente, el aire penetra por los orificios de by-pass y la mezcla emulsionada sale a través del tornillo de riqueza.

2. Se abre la mariposa y se descubre un orificio de *bypass*, aumentando el caudal de aire debido a la abertura de la mariposa.

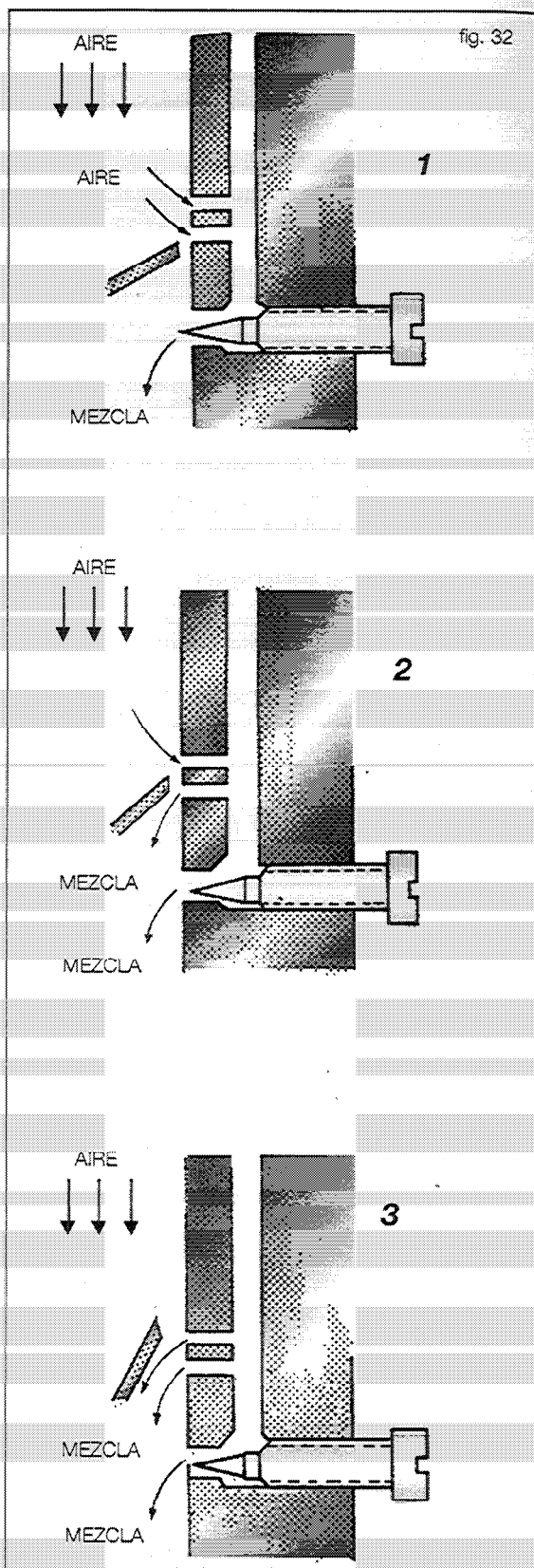
El aire penetra sólo por el segundo orificio de *bypass* enriqueciéndose así la mezcla emulsionada que sale por el tornillo de riqueza y por el primer orificio de *bypass*.

3. La mariposa descubre los dos orificios de *bypass*, aumentando el caudal de aire debido a la abertura de la mariposa. La mezcla emulsionada sale por el tornillo de ralentí y los orificios de *bypass*.

Aumenta el caudal de aire debido a la abertura de la mariposa. La mezcla emulsionada sale por el tornillo de ralentí y los orificios de *bypass*, conservándose así la dosificación de mezcla conveniente.

El consumo del circuito de ralentí y progresión hace que sea necesaria una depresión superior para que se enchebe el circuito principal, por ello es necesario vigilar cuidadosamente estos consumos, así como el estado de surtidores y calibres de aire de ralentí.

Cuando la mariposa está totalmente abierta actúa una gran depresión sobre el circuito principal y hace bajar el nivel de gasolina del circuito de ralentí, llegando a vaciarlo y surgiendo como consecuencia una entrada de aire que empobrecerá la mezcla.



CIRCUITO DE PUESTA EN MARCHA EN FRÍO

La velocidad de giro del motor de arranque al ponerse en marcha es pequeña (100-200 R.P.M.). La depresión en la aspiración será por lo tanto muy débil aunque la mariposa esté cerrada; esta pequeña depresión únicamente absorbe vapor de gasolina y aire sin que intervenga gasolina en estado líquido. El resultado es una mezcla combustible demasiado pobre para el arranque en frío.

La baja temperatura hace condensar la gasolina pulverizada en las paredes, empobreciéndose así la mezcla y dificultándose el arranque. Por todo esto es necesario un dispositivo de arranque en frío.

Un dispositivo de arranque en frío debe reunir estas condiciones:

- a.- Proporcionar en el momento de arranque una mezcla combustible muy rica.
- b.- Empobrecer automáticamente la mezcla una vez puesto en marcha el motor.
- c.- Suministrar un caudal de gasolina suplementario que enriquezca la mezcla durante los primeros momentos de funcionamiento del motor.

Los sistemas de puesta en marcha pueden clasificarse en:

1.- Manuales:

- 1.1 Starter.
- 1.2 Estrangulador.

2.- Automático:

- 2.1 Starter.
- 2.2 Estrangulador.

El elemento que abre o cierra el starter o el estrangulador puede ser un:

- 2.3.1 Bimetal.
- 2.3.2 Elemento termodilatable.

STARTER

El starter actúa para un mismo caudal de aire, sobre el caudal de gasolina, aumentándolo y enriqueciendo la mezcla (fig. 33).

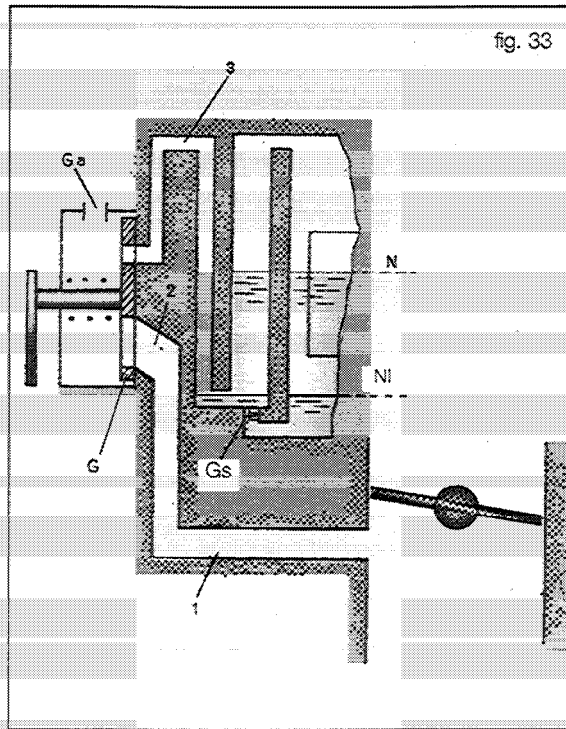


fig. 33

La gasolina se halla en la cuba de nivel constante y atraviesa el surtidor (Gs) alojado en el fondo de un pozo, que en su parte superior desemboca en la cuba. Este conjunto asegura un caudal variable en función de la depresión transmitida a través del distribuidor (G) que sirve de válvula. Esta depresión del colector pasa por el canal (1) y penetra en el distribuidor a través del agujero en (2).

La depresión, cuando los agujeros del distribuidor están en correspondencia, arrastra los vapores de gasolina hasta el interior de dicho distribuidor, mezclándose con el aire dosificado por el Ga; esta mezcla así obtenida penetra en el motor por el mismo canal de la depresión. El surtidor Ga permite el aumento de la velocidad del ralentí.

Funcionamiento: Al accionar el motor de arranque la depresión es débil, permaneciendo el nivel en N y el surtidor Gs sigue sumergido. La gasolina se halla calibrada únicamente por la sección de los canales (3). Tan pronto como el motor gira, la depresión aumenta, el pozo se vacía, estableciéndose el nivel de gasolina en NI, siendo calibrada entonces por el surtidor Gs, empobreciéndose la mezcla; por otra parte, la aportación de aire a través del orificio superior del pozo, acentúa este empobrecimiento.

Regulación manual o automática:

Para la regulación manual, el distribuidor está simplemente accionado por un tirador; para regulación automática, se actúa mediante un bimetálico con algunos dispositivos suplementarios (fig. 34).

El esfuerzo que hace el bimetálico es débil; para que su trabajo sea correcto ha sido necesario utilizar un resorte muy sensible que actúe sobre el distribuidor, lo que ha conducido a montar el Ga sobre este último.

Para conseguir una buena progresión, también ha sido necesario introducir en el sistema automático del pozo un pasaje al nivel de la gasolina para evitar el enriquecimiento bajo pequeñas aberturas: este *bypass* anula parcialmente la carga en el pozo y disminuye el enriquecimiento.

Esta disminución es compensada para obtener la riqueza en el arranque por un dispositivo enrique-

114 cedor.

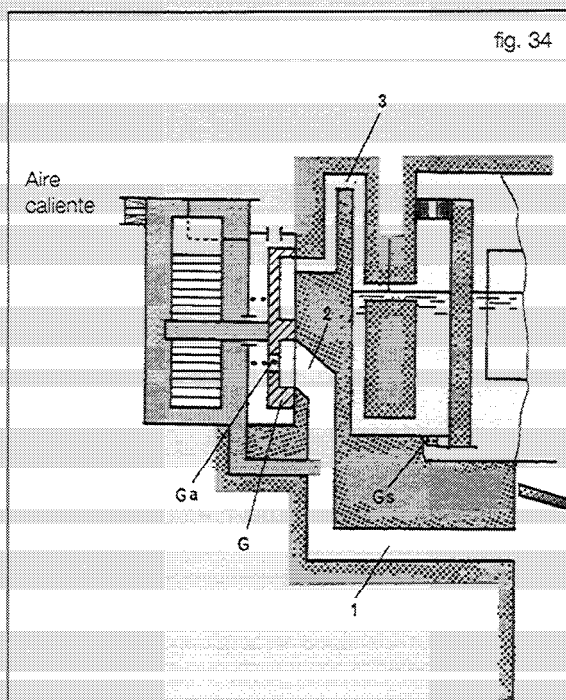


fig. 34

- Gs - Surtidor de gasolina.
- Ga - Surtidor de aire.
- G - Distribuidor.
- 1 - Canal depresión.
- 2 - Agujero.
- 3 - Canal gasolina.

ESTRANGULADOR (fig. 35)

A diferencia del starter, el principio del estrangulador consiste en actuar sobre la entrada de aire al carburador por obstrucción, utilizando los elementos ya existentes para asegurar el funcionamiento normal del carburador, para dosificar la gasolina.

Un estrangulador situado en la entrada de aire del carburador, accionado por un tirador, está unido mecánicamente a la mariposa del gas para asegurar que en el momento del arranque, cuando el estrangulador esté cerrado, quede una ligera abertura de la mariposa. Una válvula montada en una de las alas del estrangulador se halla cerrada mediante un resorte.

En los modelos perfeccionados, un pistón refuerza el empobrecimiento una vez arrancado el motor, ya sea mediante la válvula o por otro sistema.

Al actuar el motor de arranque con la entrada de aire obturada y la mariposa ligeramente abierta, la depresión creada ceba el sistema principal del carburador y el empobrecimiento, después del arranque se consigue mediante los dispositivos antes citados.

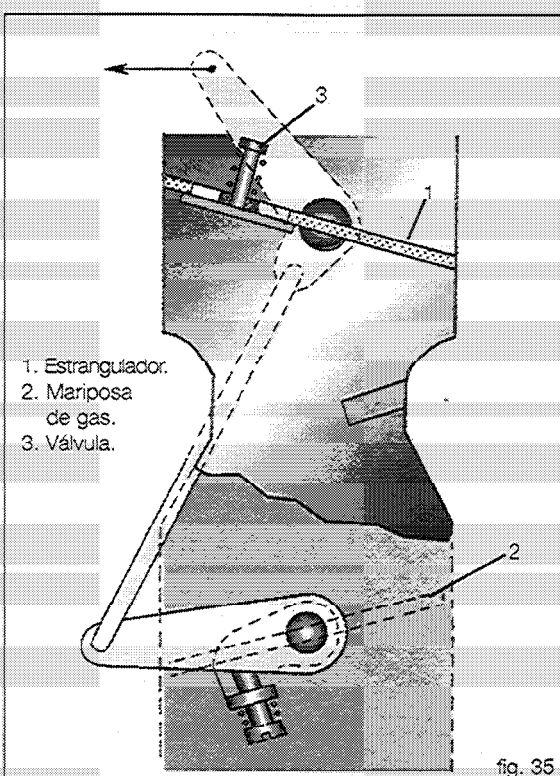
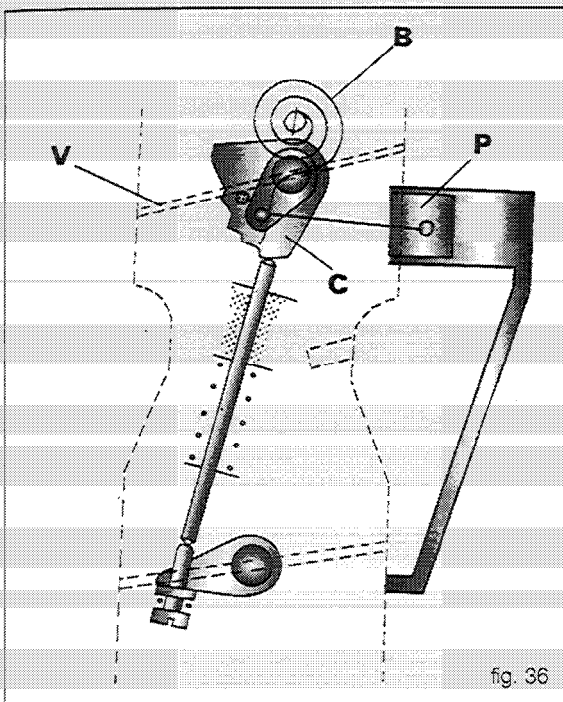


fig. 35

ESTRANGULADOR AUTOMÁTICO

Bajo el efecto de un descenso de temperatura, el bimetálico B tiende a cerrar el estrangulador V pero la leva C, unida positivamente al estrangulador en el sentido de cierre, se opone. Esta leva se mantiene en posición mediante la válvula de mariposa, que a su vez se mantiene en posición de ralentí por el resorte del pedal del acelerador. Basta pisar una vez sobre el acelerador para liberar el conjunto, de forma que se deja al estrangulador que se cierre al actuar el bimetálico; al cerrarse, el estrangulador arrastra la leva y al soltar el pedal del acelerador, el tope se apoya sobre la leva C y priva a la mariposa de retornar completamente al ralentí, dejando una cierta abertura denominada positiva (fig. 36).



En el momento de arranque del motor, la depresión mantenida en el carburador mediante la abertura positiva de la mariposa y por obstrucción de la entrada por el estrangulador, actúa sobre el sistema de emulsión y atrae un caudal considerable de gasolina calibrado por el surtidor principal. A partir de las primeras explosiones, la depresión aumenta y actúa simultáneamente sobre la excentricidad del estrangulador y sobre el pistón P, tendiendo a abrir el estrangulador que no está retenido por la leva en el sentido de abertura.

Una vez arrancado el motor, el estrangulador se equilibra a una cierta posición, empobreciendo la mezcla.

La leva y la mariposa se mantienen en su posición inicial mantenidas siempre por el resorte del pedal del acelerador, permitiendo un ralentí acelerado del motor. Para reducir este régimen es suficiente actuar de nuevo sobre el pedal del acelerador para liberar el conjunto leva/mariposa y volver a la posición intermedia de la leva. Se repite esta operación hasta que el bimetálico esté suficiente caliente para que el tope se halle en su posición de ralentí normal.

MODOS DE CALENTAMIENTO DE LOS BIMETALES

Aire caliente:

Circula gracias a la depresión existente en el colector de admisión. Permite un calentamiento igual de los bimetálicos a la vez.

El bimetálico se enfría rápidamente durante el paro del motor.

Calefacción eléctrica:

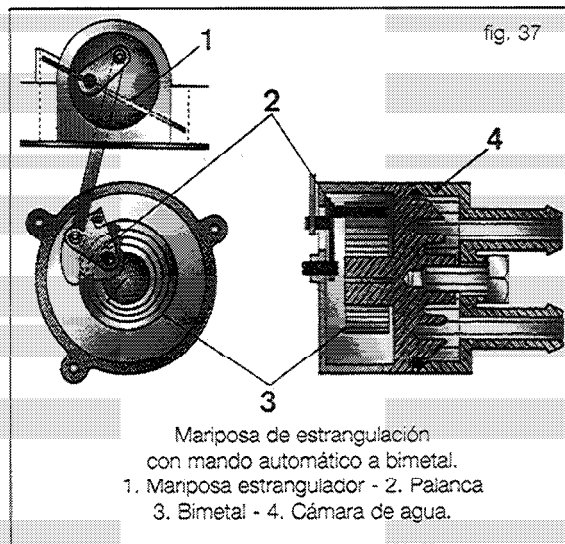
Resistencia eléctrica conectada al sistema eléctrico del vehículo. Poca inercia calórica. No se calientan los bimetálicos por un igual. El calentamiento es independiente de la temperatura externa, siendo insuficiente a temperaturas muy bajas y excesivo para altas temperaturas.

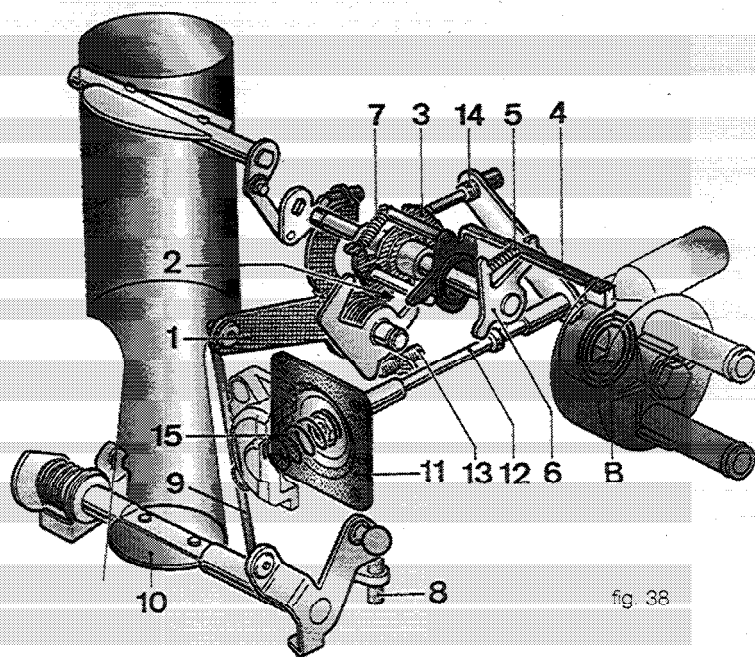
Calefacción por agua (fig. 37):

Cápsula calentada por el sistema de refrigeración del motor.

Gran inercia calórica.

Mayor peligro de averías u obstrucciones.





Sistema de arranque en frío.
carburador 32.35 EITA SOLEX.

1. Palanca de reenvío sobre leva de abertura positiva.
2. Muesca de bloqueo.
3. Doble leva.
4. Palanca de transmisión del movimiento del bimetálico.
5. Muelle.
6. Leva solidaria leva mariposa.
7. Muelle.
8. Tornillo de reglaje ángulo mariposa.
9. Tirante.
10. Mariposa de los gases.
11. Membrana de abertura neumática.
12. Vástago de mando de abertura neumática.
13. Tornillo de reglaje de abertura positiva.
14. Tornillo de reglaje abertura neumática.
15. Muelle de la membrana.
- B. Bimetálico.

fig. 38

PROBLEMAS DE CONGELACIÓN Y PERCOLACIÓN

Son dos problemas opuestos pero su origen es común; la evaporación de gasolina (fig. 38).

Las soluciones para remediar la congelación favorecen la percolación y viceversa.

Congelación:

Es la formación de escarcha en las diferentes partes del carburador, debido a la congelación del vapor de agua que hay en el mismo.

El aire frío al pasar por una zona más estrecha disminuye algo su temperatura. La evaporación de la gasolina, al ser ésta un líquido muy volátil, se evapora con facilidad. Dicha evaporación provoca un descenso de la temperatura en los conductos. El vapor de agua circulante, choca contra los conductos, se congela debido a la baja temperatura y se deposita en forma de escarcha.

Efectos:

- Si se deposita en el difusor reduce la sección. Pasa menos caudal de aire. La mezcla es más rica. Peligro de calado:

- Si se deposita en los orificios de ralentí, se taponan. No funciona el ralentí. Calado del motor.

- Si se deposita en la mariposa, la mariposa se agarra. Irregularidades de funcionamiento.

- Si se deposita en los orificios de *bypass*, la progresión es defectuosa.

Como remedio, se calienta el carburador.

Percolación:

Es la evaporación de la gasolina en el carburador debido a la elevada temperatura que existe en éste. Dicha evaporación provoca la formación de burbujas de gasolina en el carburador.

Las burbujas aparecidas en el canal de ralentí provocan el empobrecimiento de la mezcla y por tanto marcha irregular o calado del motor.

Los vapores formados en el circuito principal provocan el desbordamiento de la gasolina que se vierte sobre la mariposa y colector de admisión pudiendo producirse calados en ralentí por exceso de riqueza así como anegado del motor y mojado de las bujías. Dificultad de puesta en marcha.

Cuando los vapores se forman en el circuito de bomba la mezcla suministrada se empobrece.

CORRECTORES DE RIQUEZA

LA BOMBA DE ACELERACIÓN (fig. 39)

En determinados momentos en la marcha de un vehículo, como los adelantamientos o aceleraciones rápidas, existe la necesidad de aportar más potencia en el motor. Para ello, el carburador dispone de una bomba de aceleración que suministra una cantidad adicional de combustible.

Dos son los tipos que se utilizan:

- Bomba de membrana.
- Bomba de émbolo o pistón.

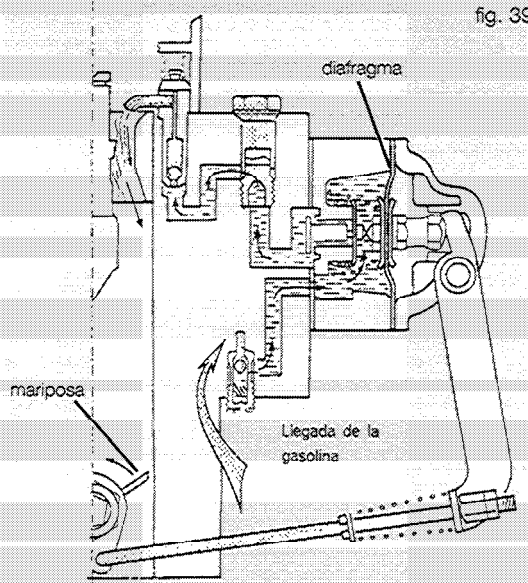
En la fig. 39, podemos ver un dispositivo que realiza las funciones de bomba de aceleración y las de un enriquecedor de potencia.

El diafragma es accionado por la abertura de la mariposa y envía el combustible a través de varios canales hasta llegar al inyector.

En la bomba de aceleración de la fig. 40, el émbolo es accionado a través de un varillaje. Al realizar el émbolo la carrera descendente abre la válvula de presión; el combustible es inyectado.

Durante la carrera ascendente abre la válvula de aspiración, el recinto de la bomba se llena de combustible.

A plena carga no se enriquece la mezcla a través de la bomba porque es insuficiente la depresión para abrir la válvula de presión cargada por el muelle.



ECONOSTATOS

117

El término econostato designa los dispositivos que tienen por objeto variar la riqueza únicamente sobre la curva de potencia. El dispositivo de la fig. 41, consta de un sencillo tubo (E) sumergido y calibrado, que desemboca en la entrada de aire del carburador a una altura determinada.

Los econostatos actúan como reforzadores, en determinados momentos, de la acción empobrecedora de la mezcla, cuando el número de revoluciones del motor es bajo.

fig. 40

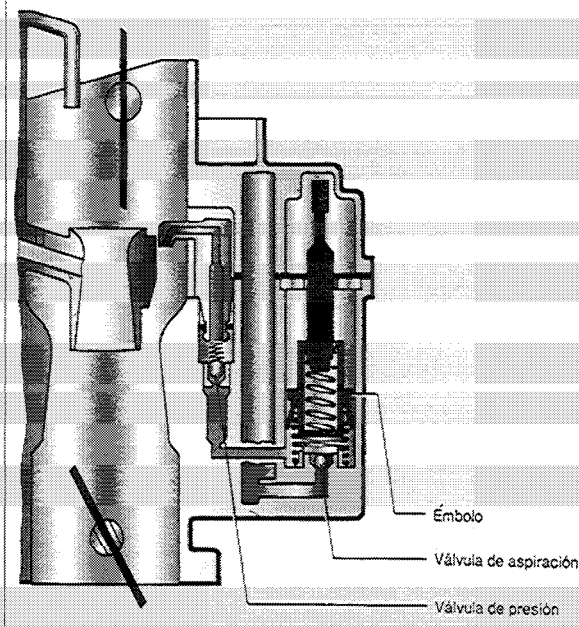
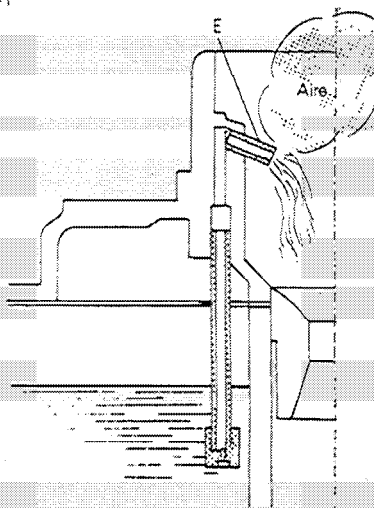


fig. 41

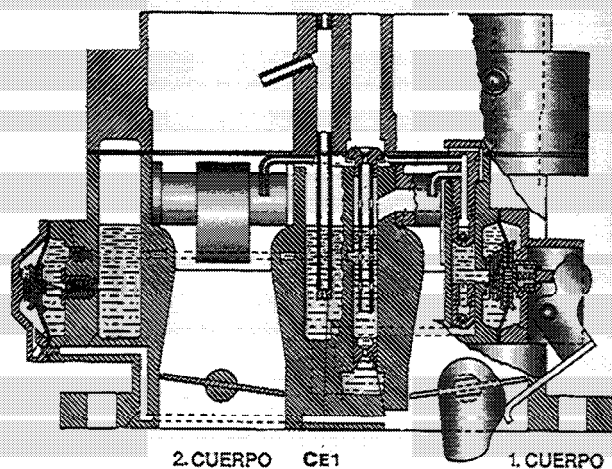


CARBURADOR DE DOBLE CUERPO

Carburadores de doble cuerpo

Este tipo de carburadores se incorporan en los vehículos que tienen una mayor cilindrada. El motivo es el tener que conseguir una mayor cantidad de mezcla para el motor en todos los regímenes de funcionamiento. Hemos de tener en cuenta que si sólo utilizásemos un carburador monocuerpo para mayores cilindradas tendríamos que aumentar el diámetro del difusor con su correspondiente calibre y con ello perderíamos depresión a diferentes regímenes de giro, con la consiguiente mala alimentación del motor. En la fig. 42 vemos una sección del carburador Solex, en el que se aprecia el circuito de la bomba de aceleración, enriquecedor de potencia y econostato.

fig. 42



2. CUERPO CE1

1. CUERPO

Carburador Solex 32-34 Z 13:

Circuito de bomba de aceleración, enriquecedor de potencia y econostato.

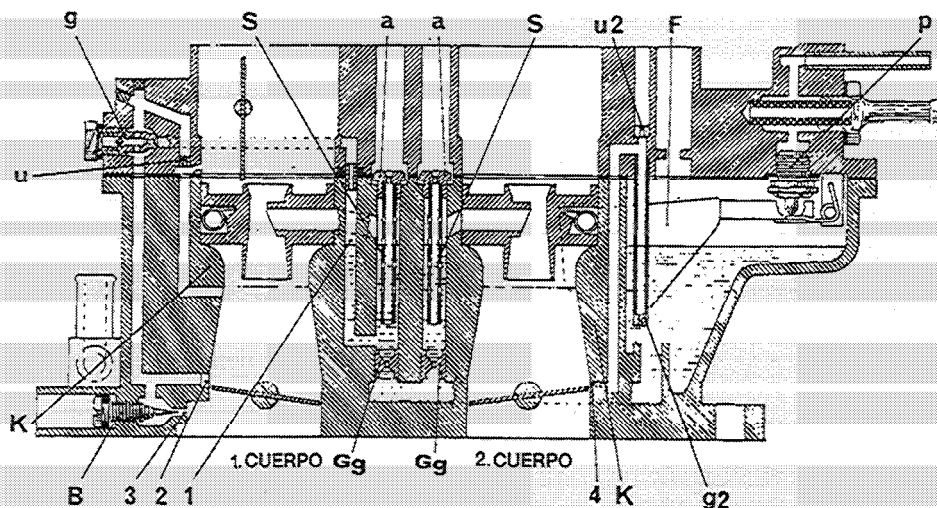
En la fig. 43 vemos el mismo carburador desde otra posición, en la que se aprecia el circuito de ralenti, marcha normal y progresión.

Las características generales del carburador son:

- Carburador de doble cuerpo de apertura mecánica diferenciada con dispositivo de arranque en frío, de mando manual en el primer cuerpo.

- Apertura neumática del segundo cuerpo. El circuito de ralenti tiene una resistencia eléctrica de calentamiento.

fig. 43



Carburador Solex 32-34 Z 13:

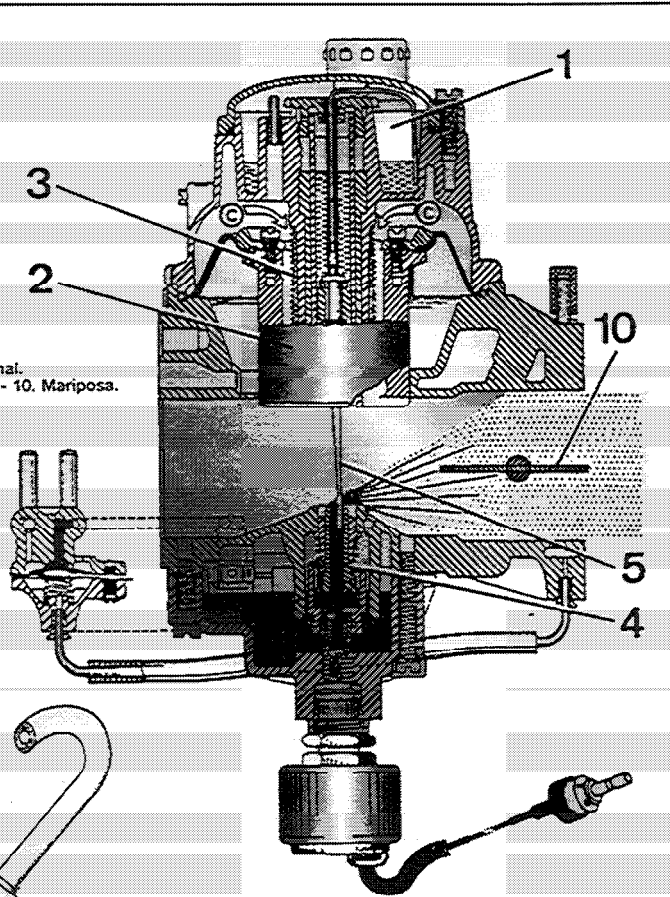
Circuito de ralenti, marcha normal y progresión

a. Automaticidades - u. Calibre de aire de ralenti del 1º cuerpo - u2. Calibre de progresión del 2º cuerpo - Gg. Surtidores principales - K. Venturis - F. Flotador - P. Aguja - g. Surtidor de progresión del 1º cuerpo - g2. Surtidor de ralenti del 2º cuerpo - B. Tornillo de riqueza - S. Columnas de emulsión. 1. Conducto de ralenti - 2. Hendidura de progresión - 3. Orificio del tornillo de riqueza - 4. Orificio de progresión del 2º cuerpo.

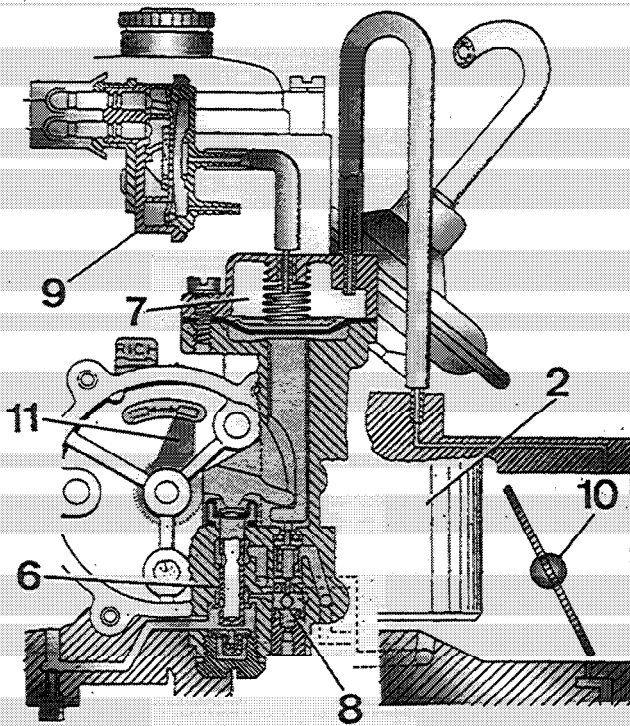
CARBURADORES DE VENTURI VARIABLE

Este sistema realiza la dosificación del combustible en ralentí, marcha normal y enriquecimiento en la aceleración en un único surtidor de venturi variable. En las fig. 44 podemos ver un ejemplo de carburador de este tipo. Se trata del Zenith Stromberg 175 CDT.

Carburador Stromberg 175 CDT. Marcha normal.
1. Campana - 2. Pistón - 3. Muelle - 4. Surtidor - 5. Aguja - 10. Mariposa.



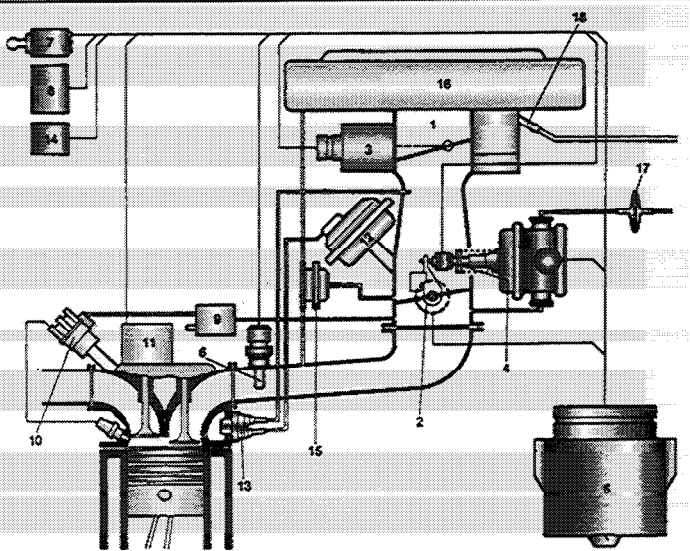
119



Carburador Stromberg 175 CDT. Arranque en frío.
2. Pistón - 6. Corredera - 7. Pulmón - 8. Válvula de bola - 9. Termoválvula -
10. Mariposa - 11. Palanca de mando del enriquecedor.

fig. 44

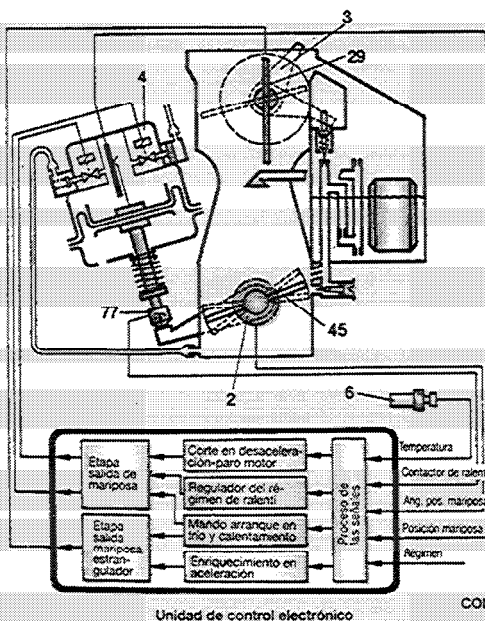
CARBURADORES ELECTRÓNICOS



ESQUEMA DE IMPLANTACIÓN DEL CARBURADOR 2 BE

1. Carburador - 2. Potenciómetro de mariposa - 3. Posicionador del estrangulador - 4. Regulador de mariposa con contactor de ralenti - 5. Unidad de control electrónico - 6. Sonda de temperatura - 7. Contactor de encendido (borne 15) - 8. Relé principal - 9. Electroválvula (mando del punto de encendido) - 10. Distribuidor de encendido - 11. Unidad de control del encendido (información del régimen) señal TD - 12. Cápsula manométrica del 2º cuerpo - 13. Válvula termostática (amortiguación en función de la temperatura) - 14. Indicador de consumo - 15. Válvula de aire de desaceleración - 16. Filtro de aire - 17. Filtro - 18. Racor de gasolina.

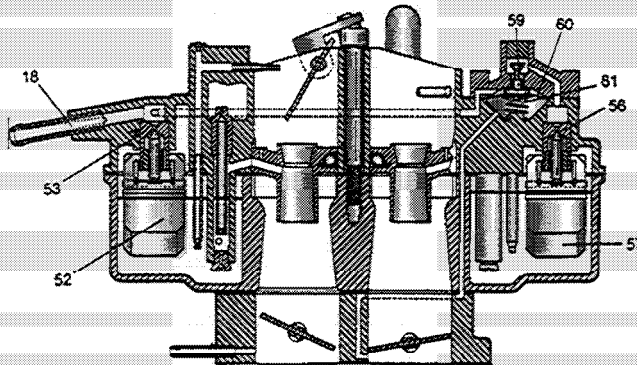
Estos carburadores van equipados con sensores y actuadores que por medio de una unidad electrónica de control se encargan de ajustar los valores de funcionamiento de forma muy precisa. Estos carburadores han sido el paso previo a los sistemas de inyección. Han permitido realizar unos ajustes más precisos en la dosificación de la mezcla y han conseguido unas menores emisiones en los gases de escape en comparación con los de tipo mecánico. En la fig. 45 podemos ver el carburador Pierburg 2 BE, puesto a punto por PIERBURG en colaboración con la casa Bosch y que se ha equipado en el BMW serie 3.



Unidad de control electrónico

CONEXIONES ENTRE CARBURADOR Y UNIDAD DE CONTROL

2. Potenciómetro de la mariposa - 3. Posicionador del estrangulador - 4. Regulador de la mariposa - 6. Sonda de temperatura - 29. Mariposa del estrangulador - 45. Mariposa - 77. Contactor



CORTE DEL CARBURADOR 2 BE

18. Entrada de gasolina con filtro.
52. Flotador del 1º cuerpo.
53. Válvula de aguja del 1º cuerpo.
56. Válvula de aguja del 2º cuerpo.

57. Flotador del 2º cuerpo.
59. Válvula corte de gasolina.
60. Membrana.
61. Muelle de válvula.



EL MOTOR NO ARRANCA

PROBLEMA	SOLUCIÓN
1. - Depósito vacío.	Poner carburante.
2. - No llega suficiente gasolina al carburador.	Controlar tomas de aire, bomba de gasolina, filtros, caudal, presión.
3. - Filtro de aire tapado.	Sustitución.
4. - Funcionamiento del starter defectuoso.	Controlar cierre y abertura del dispositivo, desgaste de piezas, cierre de la mariposa, reglaje.
5. - Nivel de gasolina incorrecto.	Controlar el funcionamiento del punzón y el nivel de cuba.
6. - Surtidores obstruidos o no conformes.	Sustituir surtidor afectado.

121

DIFICULTAD DE ARRANQUE EN FRÍO

PROBLEMA	SOLUCIÓN
1. - No llega suficiente gasolina al carburador.	Controlar tomas de aire, bomba de gasolina, filtros, caudal, presión.
2. - Funcionamiento starter defectuoso.	Controlar cierre y abertura del dispositivo, desgaste de piezas, reglaje.
3. - Posición de la mariposa incorrecta.	Reglaje de la abertura
4. - Surtidor principal obstruido.	Sustituir surtidor
5. - Nivel de gasolina incorrecto.	Controlar el funcionamiento del punzón y el nivel de cuba.
6. - Toma de aire adicional.	Verificar las tomas de depresión, membrana de la cápsula, juntas del colector y el carburador, eje de mariposa.

DIFICULTAD DE ARRANQUE EN CALIENTE

PROBLEMA	SOLUCIÓN
1. - El sistema de arranque en frío está activado.	Controlar el funcionamiento del sistema de arranque en frío y poner a punto si es necesario.
2. - Fenómenos de percolación.	Controlar la aireación de la cuba al ralenti, ventilación del carburador.
3. - Nivel de gasolina incorrecto.	Controlar el funcionamiento del punzón y el nivel de cuba.
4. - Ralenti demasiado rico.	Reglar el ralenti y porcentaje de CO.
5. - Surtidor de ralenti tapado.	Sustituir surtidor.
6. - Toma de aire adicional.	Verificar las tomas de depresión, membrana de la cápsula, juntas del colector y el carburador, eje de mariposa.

FALTA DE POTENCIA

PROBLEMA	SOLUCIÓN
1. - Abertura insuficiente de la válvula de mariposa.	Reglar el mando del acelerador.
2. - Abertura insuficiente del segundo cuerpo en carburadores diferenciales.	Verificar reglaje del segundo cuerpo.
3. - Funcionamiento incorrecto del starter.	Verificar abertura del starter, estado de las articulaciones, cierre de la mariposa.
4. - Filtro de aire taponado.	Sustitución del filtro.
5. - Toma de aire adicional.	Verificar las tomas de depresión, membrana de cápsula, juntas de colector y carburador, eje de mariposa.
6. - Alimentación del carburador.	Controlar la presión y caudal de gasolina, filtros, bomba eléctrica.
7. - Nivel de gasolina demasiado bajo.	Reglar nivel de cuba.
8. - Surtidor de automaticidad demasiado grande.	Verificar conformidad del surtidor.
9. - Enriquecedor de potencia o econostato defectuoso.	Controlar membrana, resortes y calibrado de econostato.
10. - Tendencia al picado.	Verificar conformidad del carburador utilizado.



CONSUMO DE GASOLINA ELEVADO

PROBLEMA	SOLUCIÓN
1. - Filtro de aire taponado.	Verificar y sustituir si es necesario.
2. - Reglaje de riqueza al ralenti incorrecta.	Controlar y reglar al valor prescrito por el constructor.
3. - Posición de la palanca invierno/verano.	Controlar posición, verificar funcionamiento de la cápsula.
4. - Abertura del starter insuficiente.	Controlar funcionamiento y reglar si es necesario.
5. - Nivel de gasolina demasiado alto.	Controlar nivel del punzón, verificar flotador.
6. - Surtidor principal demasiado grande.	Controlar la conformidad.
7. - Surtidor de automaticidad tapado o pequeño.	Poner en conformidad.
8. - Presión y caudal de bomba demasiado elevada.	Ajustar presión, verificar circuito de retorno al depósito.

123

EL MOTOR ARRANCA Y DESPUÉS SE PARA TRAS ALGUNAS EXPLOSIONES

PROBLEMA	SOLUCIÓN
1. - Filtro de aire taponado.	Verificar y sustituir si es necesario.
2. - Funcionamiento incorrecto del starter.	Reglar valores de abertura del starter.
3. - Nivel de gasolina demasiado alto.	Controlar nivel del punzón, verificar flotador.
4. - Vapor lock.	Verificar si existen zonas calientes en el circuito.
5. - Presión y caudal de bomba incorrectos.	Ajustar presión, verificar circuito de retorno al depósito.
6. - Toma de aire adicional.	Verificar las tomas de depresión, membrana de cápsula, juntas de colector y carburador, eje de mariposa.

RALENTÍ INESTABLE O TENDENCIA AL CALADO

PROBLEMA	SOLUCIÓN
1. - Dispositivo de reglaje de riqueza mal ajustado.	Efectuar reglaje de CO.
2. - Circuito de ralentí parcialmente obstruido, surtidor no conforme.	Limpiar con aire los circuitos, sustituir surtidor, efectuar reglaje del CO.
3. - Calibre de aspiración de los gases en el circuito de ralentí taponado.	Limpiar o sustituir si es necesario.
4. - Toma de aire adicional.	Verificar las tomas de depresión, membrana de cápsula, juntas de colector y carburador, eje de mariposa.
5. - Ángulo de mariposa incorrecto.	Verificar y calibrar.
6. - Nivel de gasolina incorrecto.	Controlar nivel del punzón, verificar flotador.
7. - Membrana de enriquecimiento o asistencia después de la puesta en marcha no estanca.	Verificar y sustituir si es necesario.
8. - Cuerpo de mariposa deformado, eje de mariposa con holguras.	Sustituir piezas necesarias.



REGLAJE DE CARBURADORES

Las verificaciones a las que es bueno someter regularmente un carburador, y las reparaciones que pueden resultar necesarias, emanan de su estructura y de los ataques mecánicos y térmicos que su proximidad al motor le imponen.

La intervención en el aparato después de una inspección visual comenzará por un desmontaje completo, que permitirá separar las piezas a reemplazar de las que serán conservadas.

En el cuerpo de mariposa no deben existir deformaciones que le impidan adaptarse perfectamente al plano de la junta del colector de admisión, o que impida el cierre de la mariposa (fig. 1).

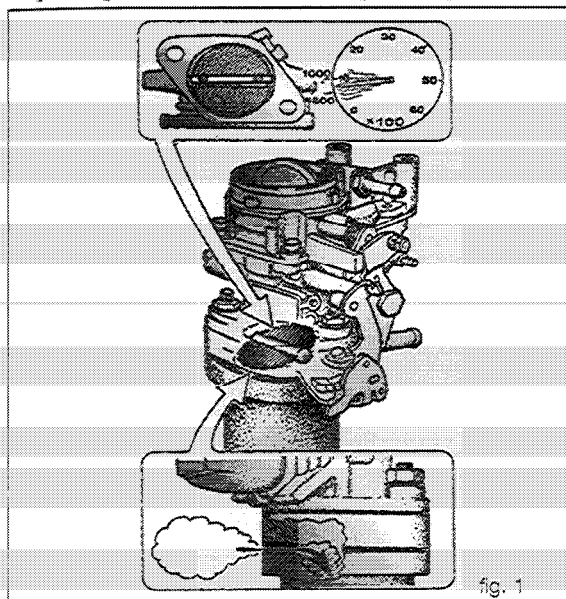
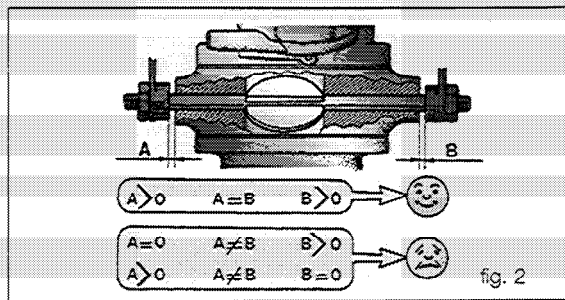


fig. 1

Cuando la mariposa está cerrada debe estar centrada de tal forma que subsista un juego lateral entre

las palancas fijadas sobre el eje de mariposa y el extremo correspondiente de alojamiento del eje (fig. 3).



Tapa de cuba: las deformaciones en la entrada de aire pueden provocar un agarrotamiento del estrangulador en sus alojamientos.

Cuba: prestar atención a la planitud de la cara de apoyo de la cuba sobre el cuerpo del carburador, y a la de las caras de apoyo de la bomba de aceleración o del enriquecedor.

Antes de volver a montar el carburador los elementos conservados se limpiarán. Un enjuague abundante y un soplado de aire a presión, termina con la operación.

PRERREGLAJES AL APARATO

Antes de montar el carburador sobre el colector de admisión será necesario realizar una serie de calibraciones iniciales.

Prerreglaje de la mariposa de gases

La mayor parte de los carburadores toman un valor fijo de la mariposa al ralentí, ajustándose el ralentí mediante un circuito anexo controlado por un tornillo.

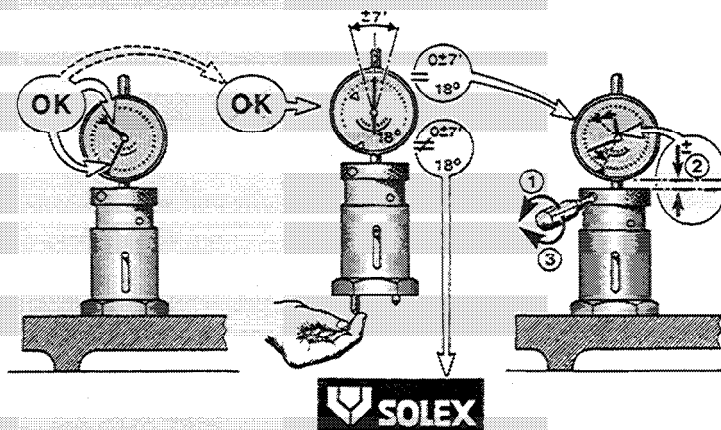


fig. 3

Para ajustar la posición de mariposa utilizaremos un medidor de ángulos y procederemos de la siguiente manera (fig. 3).

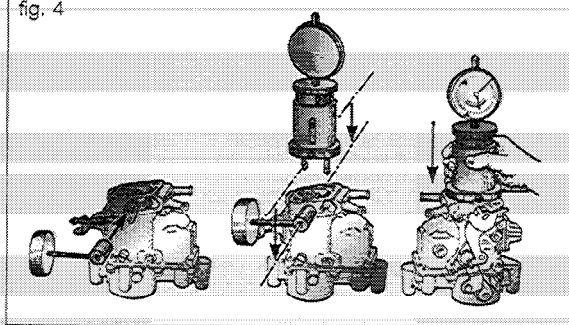
Posicionado del medidor de ángulos. Situando el medidor sobre una superficie lisa, verificar que cada una de las dos agujas estén enfrente de su referencia de patronado. Si no es así, actuar sobre la tecla móvil para llevar la aguja de los grados (aguja pequeña) sobre la graduación 18° y verificar que la aguja grande está a menos de 7 minutos del cero. En caso de imposibilidad, hay que cambiar el comparador. En caso de control positivo, rehacer el patronado desplazando el comparador con relación al coliso.

Poner el carburador verticalmente, mariposa de gases hacia arriba, situar el contrapeso de tracción de la mariposa en posición cerrada.

Situación del medidor de ángulos sobre el carburador, la tecla fija apoyada sobre el ala alta de la mariposa de gases, cada una de las referencias se alinean a la vertical del extremo correspondiente del eje de la mariposa.

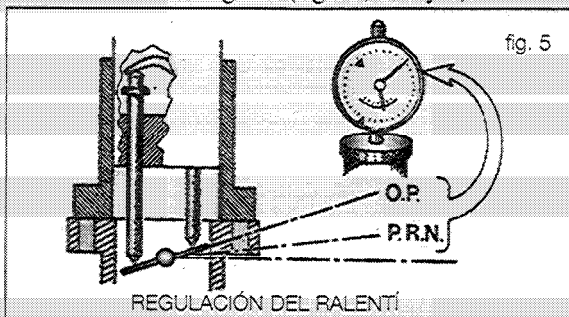
126 Mantener fuertemente el medidor sobre el carburador durante la ejecución de cada operación de reglaje (fig. 4).

fig. 4

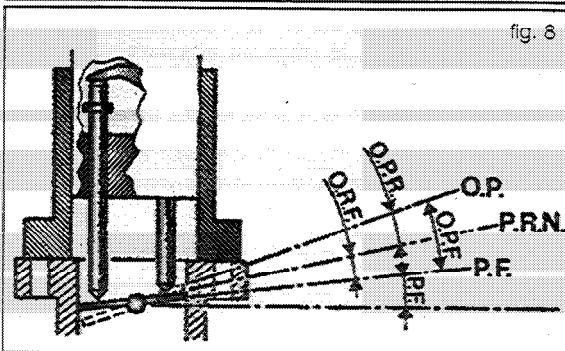
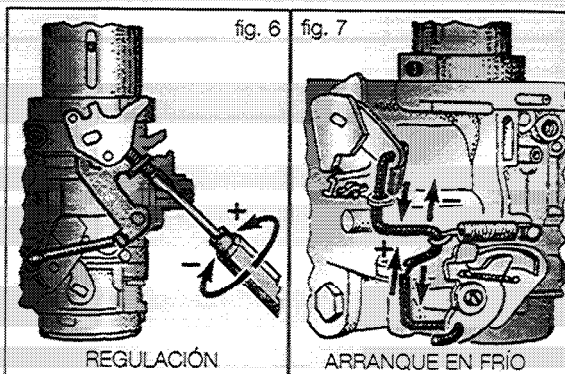


Para reglar la posición de ralenti nominal y la apertura positiva para el arranque en frío será suficiente actuar sobre el tornillo de reglaje apropiado o sobre la varilla de unión estrangulador/mariposa de gases, hasta que el valor de reglaje sea visualizado en el medidor de ángulos (figs. 5, 6, 7 y 8).

fig. 5

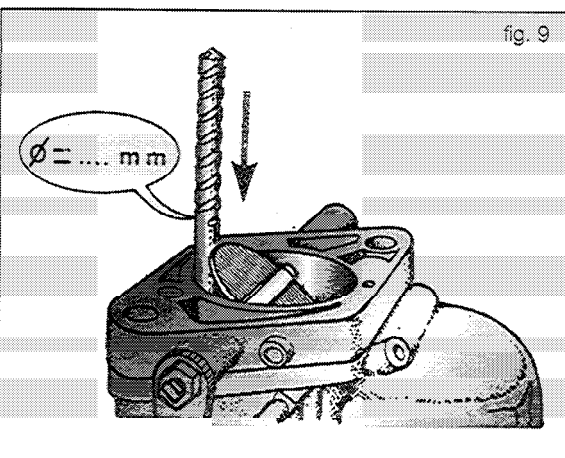


REGULACIÓN DEL RALENTÍ



Reglaje de la bomba de aceleración: cuando está mandada por una varilla, el largo útil de esta varilla condiciona la abertura de la mariposa, por la cual la membrana efectúa su desplazamiento completo (carrera de bomba) (fig. 9).

fig. 9



La carrera de bomba está definida por el valor a dar a la abertura de mariposa de gases, para una aplicación considerada, expresada en cota milimétrica. Ésta se puede medir por medio de un calibre de diámetro apropiado, situado verticalmente entre la pared interior del cuerpo del carburador y el canto de la mariposa.



Para reglar, aflojar la contratuerca, tirar a fondo la palanca de bomba, para comprimir completamente el muelle de tracción de la membrana, atornillar o desatornillar la tuerca de reglaje de la varilla, hasta obtener la abertura de la mariposa deseada. Bloquear la contratuerca sobre la tuerca de reglaje.

Las bombas mandadas por leva son objeto de un reglaje a efectuar después de realizar el reglaje del ralentí sobre motor.

Reglaje del sistema de arranque:

Asistencia al estrangulador después del arranque.

La cota de reglaje es el valor en milímetros que adquiere la abertura del estrangulador, por la carrera máxima de la membrana de la cápsula de mando.

Ésta se mide por medio de un calibre de diámetro apropiado, puesto verticalmente entre la pared interior de la entrada del aire del carburador y el canto del estrangulador. (fig. 10)

Se utilizan dos principios.

Membrana de carrera regulable atrayendo el estrangulador por medio de una varilla de longitud constante. Para reglar, desbloquear la contratuerca del tornillo de reglaje, llevar la membrana a contactar con este tornillo y atornillar o desatornillar hasta obtener la abertura deseada, bloquear la contratuerca (fig. 11).

Membrana a carrera constante atrayendo el estrangulador por medio de una varilla deformable. Para reglar llevar la membrana a final de carrera y actuar sobre la parte deformable de la varilla para obtener la apertura del estrangulador deseada (fig. 12).

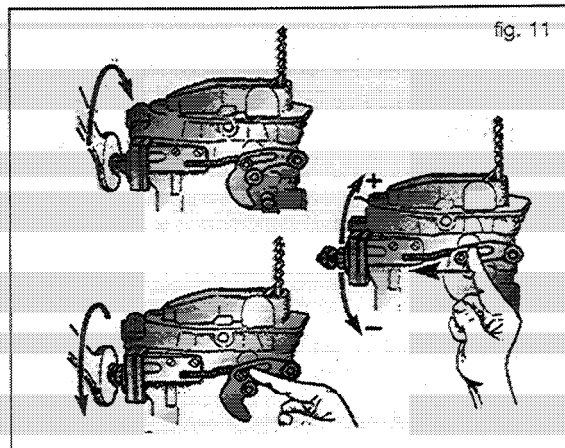


fig. 11

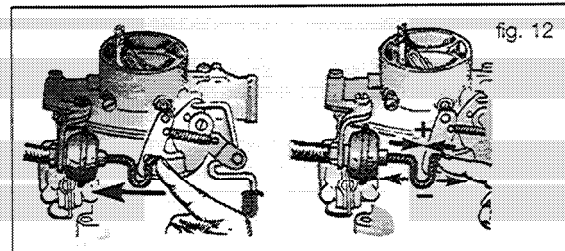


fig. 12

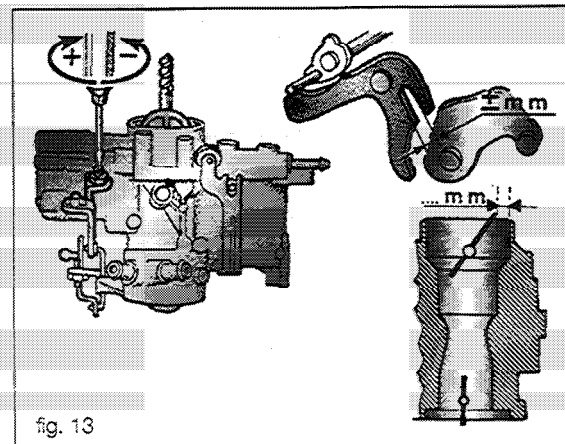


fig. 13

Desahogo forzado.

Cuando existe una unión regulable de palancas que entran en contacto por medio de un tornillo o comportando una horquilla deformable, la cota de reglaje se indica en milímetros y representa la abertura del estrangulador por apertura a fondo de la mariposa de gases (fig. 13).

Sistema de arranque a elementos termodilatables

Sus principios de reglaje son idénticos, no obstante los valores de reglaje a utilizar son en función de la temperatura de estabilización del elemento termodilatable en el momento del reglaje.

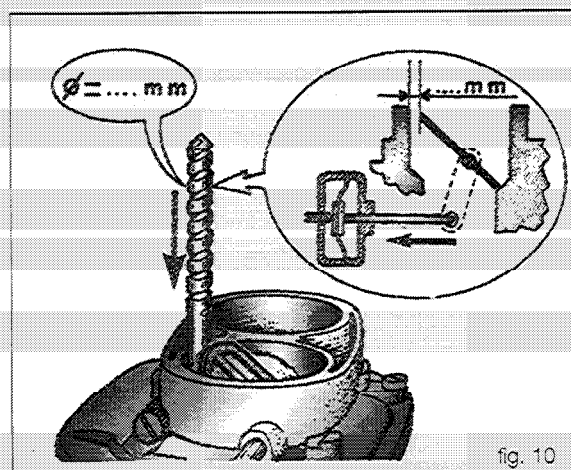


fig. 10

Prerreglaje del tornillo ralenti

Antes de montar el carburador sobre el vehículo será necesario realizar un reglaje que permita funcionar el motor sin pararse.

Tornillo de régimen.

Cuando el ralenti está regulado por un tornillo de tope, se debe aflojar hasta que la mariposa esté cerrada, después atornillar una vuelta o una vuelta y media.

Cuando el ralenti está regulado por tornillo de volumen cerraremos sin forzar el tornillo de volumen, luego desatornillaremos tres vueltas (fig. 15).

Riqueza de ralenti

Tornillo paso 0,5: cerrar sin forzar y luego desatornillar 5 vueltas.

Tornillo paso 0,75: cerrar sin forzar y luego desatornillar vuelta y media.

Reglaje ralenti

Actuar sobre el tornillo de volumen o de tope mariposa para llevar al motor a la velocidad preconizada. Si el carburador lleva un reglaje de ralenti por tornillo de volumen pero sin CO constante, la primera intervención no permite alcanzar la velocidad de rotación buscada. Se obtendrá actuando de la manera siguiente (fig. 16):

Aflojar el tornillo de riqueza observando el sentido de variación de la velocidad de rotación. Si la velocidad aumenta, continuar aflojando el tornillo hasta el momento en que el sentido de variación se invierta, apretando ligeramente el tornillo de riqueza.

Si la velocidad disminuye, invertir el sentido de la acción sobre el tornillo.

Apretar entonces el tornillo de reglaje de la velocidad hasta alcanzar la velocidad de rotación deseada.

Puesta en marcha del motor

Se hará después de haber accionado el sistema de arranque en frío. Cuando sea automático no hay que olvidar armarlo hundiéndolo una vez el pedal del acelerador y dejarlo antes de la puesta en marcha (fig. 14).

En la mayoría de los casos será imposible encebar el circuito de bomba de gasolina por lo que el arranque se producirá en un tiempo más largo de lo normal. Si se hace difícil verificaremos la alimentación de gasolina y el encendido.

Una vez el motor está en marcha, observar si la abertura del estrangulador se produce. Si hay un reglaje para esta abertura, es entonces cuando se podrá efectuar y comprobar su valor.

Una vez se ha alcanzado la temperatura de funcionamiento, desactivar el mecanismo de starter.

Regular la velocidad de rotación preconizada por el constructor y verificar el calado inicial.

fig. 14

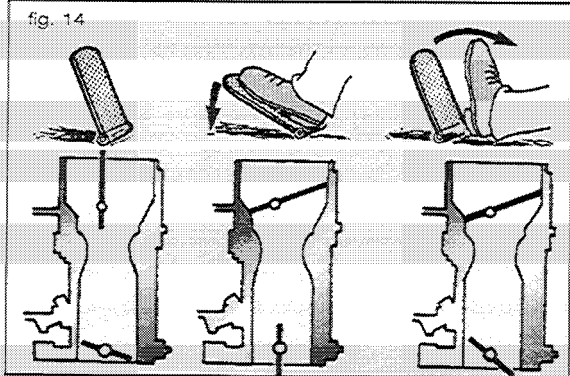


fig. 15

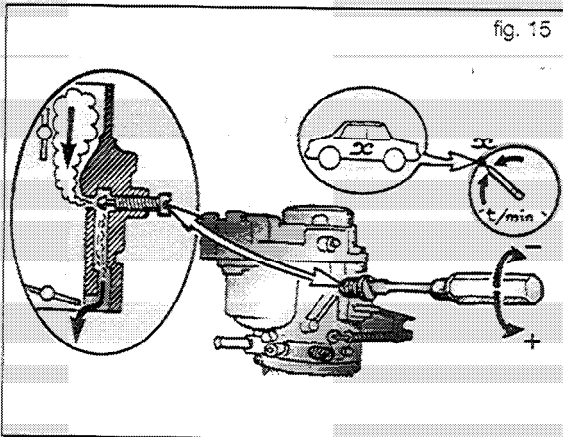
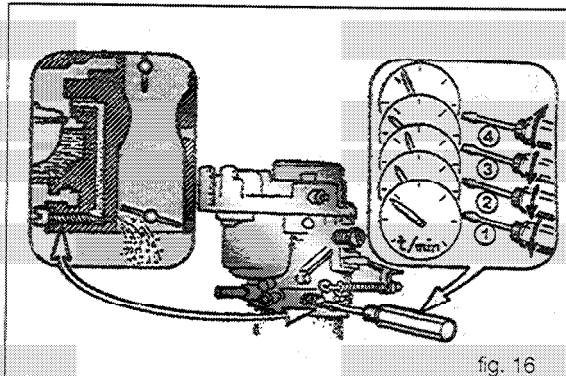


fig. 16

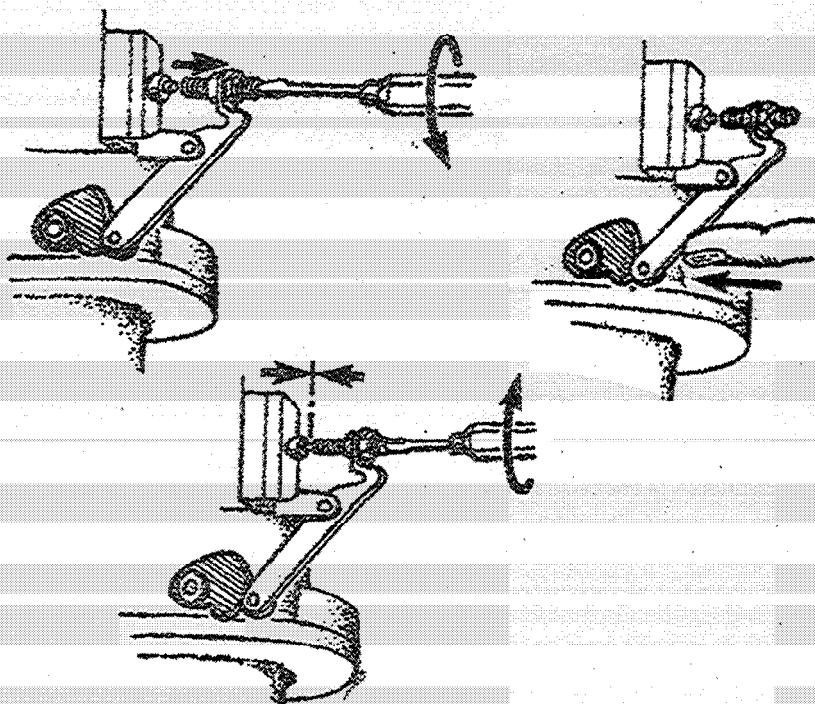




Bomba de aceleración a leva

Aflojar el tornillo de reglaje hasta que se separe del pulsador de membrana con la mariposa cerrada, mantener el rodillo de la palanca de bomba en contacto con la leva y apretar el tornillo de reglaje hasta que contacte con el pulsador de membrana (fig. 17).

Para que su funcionamiento sea satisfactorio, hace falta que la unión entre la membrana de bomba y la leva no tenga juego, para que la membrana disponga de su carrera completa.



129

fig. 17

Verificar riqueza en progresión

Siempre que sea posible:

Estando reglado el ralentí abrir lentamente la mariposa de gases, hasta observar el cebado del principal en forma de gotas de gasolina, a través del doble difusor.

Cerrar ligeramente la mariposa de forma que se desencebe el circuito principal.

Mantener la velocidad de rotación al valor así obtenido y actuar sobre el tornillo de reglaje progresión hasta obtener un contenido de CO del 1,5 %.

Dejar la mariposa en ralentí y rectificar si es necesario su reglaje.

Análisis del gas de escape

Los controles se efectuarán por medio de un analizador homologado y capaz de indicar por separado al menos los contenidos de CO y CO².

Si no se conocen los contenidos preconizados se reglará un CO aproximado al 2,5 %.

VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN FRENTE AL CARBURADOR

Mejor adaptación del motor a las diferentes fases de funcionamiento: ralentí, carga parcial, plena carga, aceleración, deceleración, cortes de inyección.

Realización de un dosaje de la mezcla más preciso y mejor repartido.

Automaticidad del funcionamiento a bajas temperaturas.

Facilidad de adaptar los elementos electrónicos del sistema a los diversos apartados del motor.

Aumento de la potencia del motor: del 2 al 15% de potencia suplementaria de un mismo motor con carburador y sistema de inyección.

- La entrada del aire y la pulverización de la gasolina son más directas.
- La tasa de llenado de los cilindros es más grande (aumento del rendimiento volumétrico).
- Los colectores de admisión pueden ser más cortos.
- La pulverización de la gasolina es más fina que la obtenida en un carburador.
- Se puede utilizar una mezcla más pobre.
- La combustión es más homogénea y más completa.

Mayor par motor a bajos regímenes.

Disminución del consumo de gasolina.

Reducción de la contaminación por los gases de la postcombustión.

Gran fiabilidad de los órganos electrónicos del sistema.

130

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN

Vamos a realizar en primer lugar una clasificación de los sistemas de inyección en base a 4 aspectos:

1.º Según el tipo de mando, funcionamiento y regulación:

Los sistemas de inyección mecánica.

Los sistemas de inyección electrónica.

Los sistemas mixtos (mecánicos y electrónicos).

2.º Según la forma de realizar la medida de la cantidad de aire:

El sistema de medida del volumen de la cantidad de aire o caudalímetro (sistema L-3).

El sistema de velocidad-presión (medida indirecta de la cantidad de aire que entra en el motor por las revoluciones y la presión absoluta del aire del colector (sistema Renix).

3.º Según el número y disposición de los inyectores:

Sistemas monopunto (Monojetronic, IAW).

Sistema multipunto (Renix, Motronic).

4.º Según la forma de repartir la inyección a cada uno de los cilindros:

Inyección en paralelo (todos los inyectores a la vez).

Inyección semisecuencial (inyecta de dos en dos o en grupos).

Inyección secuencial (inyecta uno a uno siguiendo un orden de encendido).



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

Unos captadores detectan permanentemente el estado de funcionamiento del motor y sus características. En forma de señales eléctricas, transmiten las señales recogidas a una unidad electrónica que se encargará según los diferentes valores recibidos de:

Determinar exactamente la cantidad de carburante necesario para cada momento del funcionamiento del motor.

Gobernar con precisión el instante y la duración en que permanezcan abiertos los inyectores (uno por cilindro o uno para todos).

El inyector está alimentado con gasolina bajo presión constante y el tiempo en que permanece abierto (milisegundos) es proporcional a la cantidad que precisa.

De una forma más extensa vamos a ver las particularidades de los diferentes sistemas que a continuación vamos a conocer. Se trata de un sistema de inyección mecánico (K-Jetronic), un sistema mixto electro-mecánico (KE-Jetronic), los sistemas electrónicos multipunto (L3-Jetronic) y monopunto (Mono-Jetronic y MIW). Los sistemas que realizan la función de control del encendido y la gasolina conjuntamente (Renix y Motronic) también los vamos a presentar, si bien la parte práctica la realizaremos en el próximo tema en que trataremos el sistema de encendido.

PARTES DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA BÁSICO (L2-JETRONIC)

131

Un sistema de inyección electrónico está formado por cuatro partes principales:

1. Circuito de gasolina

El sistema de alimentación se encarga de impulsar el combustible desde el depósito hasta las válvulas de inyección, genera la presión necesaria para la inyección, y mantiene constante dicha presión. el sistema de combustible incluye: bomba de combustible, filtro, tubo o rampa de distribución, regulador de presión y válvulas de inyección.

2. Sistema de aspiración

El sistema de aspiración hace llegar al motor el caudal de aire necesario. Consta del filtro de aire, colector de admisión, mariposa y los distintos tubos de admisión.

3. Sistema de control

En la unidad de mando electrónica, se analizan las señales suministradas por los sensores y a partir de ellas se generan los impulsos de mando correspondientes para las válvulas de inyección.

4. Sensores

Los sensores registran las magnitudes características del motor para cada estado de servicio.

Las magnitudes más importantes son el caudal de aire aspirado, que es registrado por el caudalímetro o sonda volumétrica y el régimen de revoluciones del motor. Otros sensores registran la posición de la mariposa y las temperaturas del aire aspirado y del motor.

SISTEMAS MULTIPUNTO**Sistema K-Jetronic**

Sistema de inyección de tipo totalmente mecánico.

Inyección de la gasolina de forma continua y variación de caudal por medio de inyectores mecánicos que abren a la presión de tarado.

Regulación y control de la cantidad de gasolina por medio de un distribuidor-dosificador hidráulico.

Medida de la cantidad de aire de admisión por medio de un plato sonda que actúa sobre el distribuidor-dosificador.

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Audi 80/90/Coupe/Quattro	Bosch K-Jetronic	1983-97
Audi 100/200 Quattro	Bosch K-Jetronic	1984-88
Audi 200 Turbo / 200 Turbo Quattro	Bosch K-Jetronic	1983-88
Audi Quattro	Bosch K-Jetronic	1980-87
Audi 100 2.0	Bosch K-Jetronic	1989-92
Ford Escort XR3i	Bosch K-Jetronic	1982-90
Ford Orion 1.6i	Bosch K-Jetronic	1983-90
Ford Sierra XR4i/XR 4x4	Bosch K-Jetronic	1983-88
Ford Granada 2.8i	Bosch K-Jetronic	1977-85
Ford Capri 2.8i	Bosch K-Jetronic	1981-87
Mercedes-Benz 230E/TE/CE (123)	Bosch K-Jetronic	1976-85
Mercedes-Benz 280SE/SEL (116)	Bosch K-Jetronic	1976-80
Mercedes-Benz 350SE/SEL (116)	Bosch K-Jetronic	1976-80
Mercedes-Benz 450SE/SEL (116)	Bosch K-Jetronic	1975-80
Mercedes-Benz 280SE/SEL (126)	Bosch K-Jetronic	1979-86
Mercedes-Benz 380SE/SEL/SEC (126)	Bosch K-Jetronic	1979-86
Mercedes-Benz 500SE/SEL/SEC (126)	Bosch K-Jetronic	1979-86
Mercedes-Benz 280SL/SLC (107)	Bosch K-Jetronic	1974-86
Mercedes-Benz 350SL/SLC (107)	Bosch K-Jetronic	1976-80
Mercedes-Benz 380SL/SLC (107)	Bosch K-Jetronic	1979-86
Mercedes-Benz 450SLC (107)	Bosch K-Jetronic	1978-79
Mercedes-Benz 500SL/SLC (107)	Bosch K-Jetronic	1978-81
Renault 30 TX	Bosch K-Jetronic	1978-84
Saab 900	Bosch K-Jetronic	1979-91
Saab 900 Turbo	Bosch K-Jetronic	1979-91
Volkswagen Golf/Jetta GTi	Bosch K-Jetronic	1976-90
Volkswagen Golf GTi 16V	Bosch K-Jetronic	1985-90
Volkswagen Jetta GTi 16V	Bosch K-Jetronic	1985-90
Volkswagen Passat GLi/GTi	Bosch K-Jetronic	1979-81
Volkswagen Passat/santana 2.0	Bosch K-Jetronic	1983-1987
Volkswagen Passat/Santana 2.1	Bosch K-Jetronic	1981-83
Volkswagen Passat 2.2	Bosch K-Jetronic	1985-87
Volkswagen Passat GT	Bosch K-Jetronic	1984
Volkswagen Scirocco GTi	Bosch K-Jetronic	1976-90
Volvo 240/244/245/Turbo	Bosch K-Jetronic	1974-86
Volvo 740	Bosch K-Jetronic	1984-90

Sistema KE-Jetronic

Sistema mixto de inyección: mecánica-electrónica.

Inyección de la gasolina de forma continua y variación de caudal por medio de inyectores mecánicos que abren a la presión de tarado.

Regulación y control de la dosificación por medio de un plato sonda que incorpora un potenciómetro para el cálculo de la cantidad de aire de admisión y actuación desde la unidad electrónica a un actuador de presión situado en el regulador-dosificador.

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Audi 90 2.0 Kat	Bosch KE-Jetronic	1987-90
Audi 90 2.3E Kat	Bosch KE3-Jetronic	1987-90
Audi 80 1.8 Kat	Bosch KE-Jetronic	1986-92
Audi 80/90 1.9 Kat	Bosch KE-Jetronic	1986-92
Audi 100/200 1.8 Kat	Bosch KE-Jetronic	1985-92
Audi 80/90 2.0	Bosch KE-Jetronic	1990-92
Audi 100 2.2 Kat	Bosch KE-Jetronic	1984-91
Audi Quattro 2.2 Kat	Bosch KE-Jetronic	1984-91

Audi VW Passat 2,2 Kat	Bosch KE-Jetronic	1984-91
Audi 100 2.3E/100 Quattro	Bosch KE-Jetronic	1987-91
Mercedes-Benz (201)	Bosch KE-Jetronic	1982-90
Mercedes-Benz 230E (124)	Bosch KE-Jetronic	1985-90
Mercedes-Benz 260E (124)	Bosch KE-Jetronic	1985-90
Mercedes-Benz 300E/CE/TE (124)	Bosch KE-Jetronic	1985-90
Mercedes-Benz 260Se (126)	Bosch KE-Jetronic	1985-90
Mercedes-Benz 300SE (126)	Bosch KE-Jetronic	1985-90
Mercedes-Benz 300SL (107)	Bosch KE-Jetronic	1985-90
Mercedes 190E 1.8 (201)	Bosch KE-Jetronic	1990-93
Volkswagen Golf GTi Kat	Bosch KE-Jetronic	1985-90
Volkswagen Jetta GTi Kat	Bosch KE-Jetronic	1985-90
Volkswagen Passat Kat	Bosch KE-Jetronic	1988-90
Volkswagen Scirocco Kat	Bosch KE-Jetronic	1985-90

Sistema LE-Jetronic, LE2 y LE3-Jetronic

Sistema de inyección controlada electrónicamente.

Inyección de la gasolina de forma intermitente y dosificación mediante variación del tiempo de inyección según las condiciones de funcionamiento.

El tiempo básico de inyección se determina mediante la información del número de revoluciones y cantidad de aire aspirado.

La cantidad de aire se mide mediante caudalímetro de compuerta (volumen).

La adaptación a las diferentes condiciones de marcha (arranque en frío, temperatura motor, etc...) las realiza la unidad electrónica aumentando o disminuyendo el tiempo de inyección según la información que recibe de los diferentes sensores.

133

Sistema LH-Jetronic

Sistema de inyección controlada electrónicamente.

Este sistema utiliza los mismos principios que los descritos en el anterior sistema LE.

La característica diferencial básica está en la forma de medir la cantidad de aire que aspira el motor que en este caso lo realiza el sensor másico de hilo caliente (medida del aire).

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Alfa 33 1.5/1.7 i.e.	Bosch LE3.1/2-Jetronic	1990-92
Citroën BX 19 GTi	Bosch LE3-Jetronic	1986-90
Citroën CX 25 Ri/TRi/GTi	Bosch LE2-Jetronic	1983-90
Fiat Uno Turbo i.e.	Bosch LE2-Jetronic	1985-90
Jaguar XJ6 1.6/Sovereign	Lucas LH	1986-90
Lancia Thema 2000 i.e.	Bosch LE2-Jetronic	1985-90
Lancia Thema 2000 i.e. Turbo	Bosch LE2-Jetronic	1985-90
Lancia Thema Turbo 16V	Bosch LE2-Jetronic	1988-92
Lancia Thema V6	Bosch LH2.2-Jetronic	1988-92
Opel corsa GSi	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Opel Kadett E, 8i	Bosch LE3-Jetronic	1986-90
Opel Ascona C 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1986-88
Opel Vectra 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Opel Omega 1.8i	Bosch LE3-Jetronic	1986-88
Opel Senator 2.5i/3.0i	Bosch LE2-Jetronic	1988-90
Peugeot 205 GTi/CTi 1.6/1.9	Bosch LE2-Jetronic	1984-91
Peugeot 309 SRi/GTi 1.6/1.9	Bosch LE2-Jetronic	1986-91
Peugeot 405	Bosch LE3-Jetronic	1988-90
Peugeot 505 GTi	Bosch LE3-Jetronic	1983-90
Peugeot 205/309 1.6/1.9	Bosch LE2-Jetronic	1984-92
Peugeot 605 2.0	Bosch LE2-Jetronic	1989-92
Saab 900 Turbo 16V	Bosch LH-Jetronic	1984-91
Saab 9000i 16V/Turbo	Bosch LH-Jetronic	1985-91
Seat Ibiza 1.5i/Kat	Bosch LE2-Jetronic	1988-90
Seat Malaga 1.5i/Kat	Bosch LE2-Jetronic	1988-90
Volvo 740 GLT 2.3 16V Kat	Bosch LH-Jetronic 2.4	1988-90

HISTORIA DE LA INYECCIÓN DE GASOLINA BOSCH

- 1912 *Primeros ensayos de bombas de inyección de gasolina basada en las bombas de aceite de engrase.*
- 1932 *Ensayos sistemáticos de inyección de gasolina para motores de aviación*
- 1937 *Aplicación en serie de la inyección de gasolina en motores de aviación*
- 1945 *Primera aplicación en serie de la inyección de gasolina en vehículos a motor.*
- 1951 *Sistemas de inyección de gasolina para pequeños motores de dos tiempos.*
- 1952 *Sistemas de inyección de gasolina para motores de cuatro tiempos para vehículos, en serie a partir de 1954*
- 1967 *Primer sistema electrónico de inyección de gasolina D-Jetronic.*
- 1973 *Inyección electrónica de gasolina L-Jetronic.
Inyección mecánica de gasolina K-Jetronic.*
- 1976 *Sistemas de inyección de gasolina con regulación Lambda.*
- 1979 *Sistema digital de control del motor Motronic.*
- 1981 *Inyección electrónica de gasolina con medidor de caudal de aire por hilo caliente, LH-Jetronic.*
- 1982 *Inyección continua de gasolina con control electrónico KE Jetronic.*
- 1987 *Sistema centralizado de inyección Mono-Jetronic.*
- 1987 *Sistema electrónico de inyección de gasolina con control del motor KE-Jetronic.*
- 1989 *Control digital del motor con control de la presión del colector de admisión Motronic MP3.*
- 1989 *Control digital del motor con ordenador de 16 bit, Motronic M3.*
- 1991 *Gestión del motor mediante CAN (Controller Area Network), sistema de bus de alta velocidad para acoplamiento con ordenador).*

Esta evolución nos puede dar una idea de cómo los sistemas de inyección han ido apareciendo desde los primeros conceptos mecánicos a los de última generación con componentes más electrónicos. Este es un ejemplo de cómo una de las marcas más importantes del sector de equipamiento de automoción (Robert Bosch) ha marcado su trayectoria a lo largo de la historia en dichos sistemas. Su presencia está en la mayoría de fabricantes de automóviles del mundo.



SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

K - JETRONIC

Este sistema de inyección proporciona un caudal variable de carburante pilotado mecánicamente y en modo continuo (figs. 1 y 2).

El sistema K-Jetronic realiza tres funciones fundamentales:

a) Medir el volumen de aire aspirado por el motor, mediante un caudalímetro especial.

b) Alimentación de gasolina mediante una bomba eléctrica que envía la gasolina hacia un repartidor que dosifica la cantidad para los inyectores.

c) Preparación de la mezcla: el volumen de aire aspirado por el motor en función de la posición de la válvula de mariposa constituye el principio esencial de dosificación de carburante. El volumen de aire está determinado por el caudalímetro que actúa sobre el repartidor. El caudalímetro y el repartidor hacen la función de regulador de la mezcla.

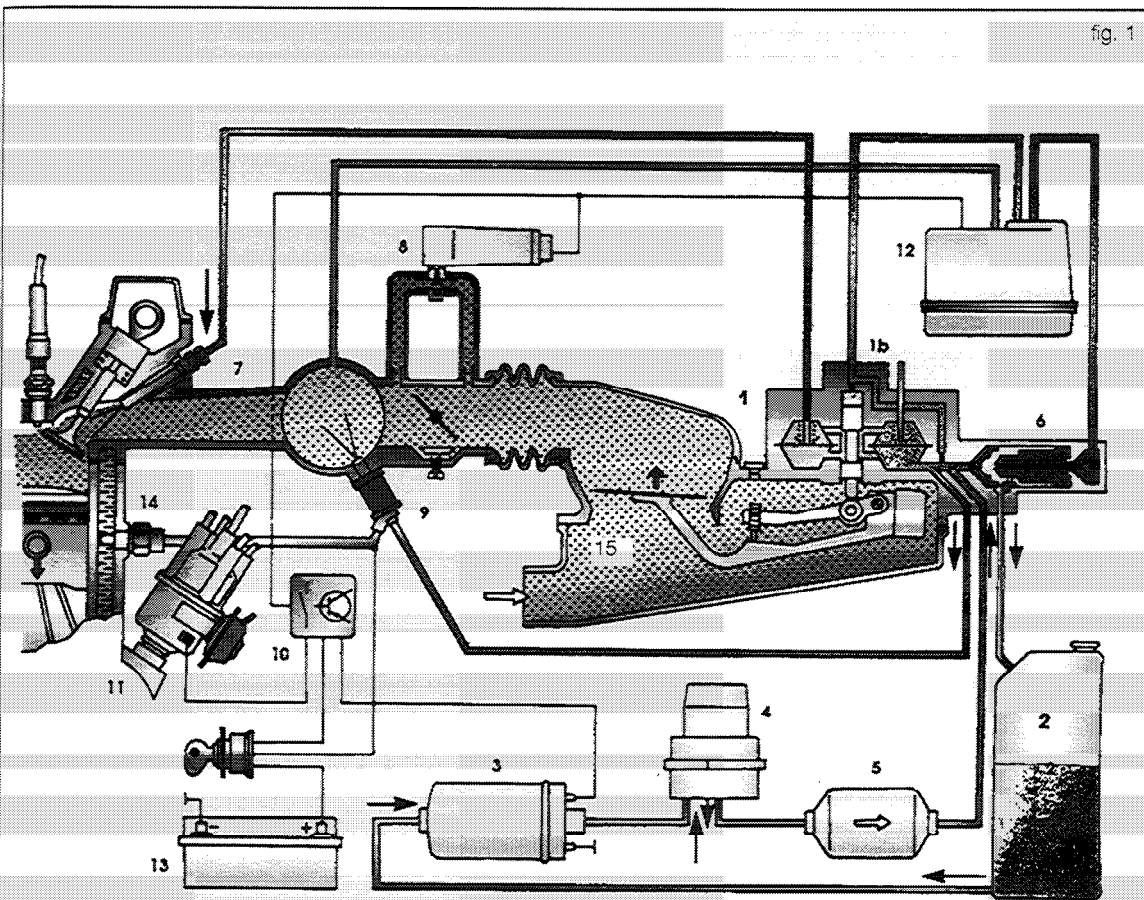


fig. 1

135

- | | | |
|------------------------------------|--|--|
| 1.- Regulador de mezcla. | 6.- Regulador de presión. | 11.- Distribuidor de encendido. |
| 1b.- Repartidor de carburante. | 7.- Inyector. | 12.- Regulador de fase de calentamiento. |
| 2.- Depósito. | 8.- Válvula de aire suplementario. | 13.- Batería. |
| 3.- Bomba eléctrica de carburante. | 9.- Inyector electromagnético de arranque en frío. | 14.- Interruptor térmico temporizado. |
| 4.- Acumulador de carburante. | 10.- Relé de comando. | 15.- Caudalímetro de aire. |
| 5.- Filtro de carburante. | | |

RELACIÓN AIRE-CARBURANTE

La dosificación o relación de mezcla resulta de la relación existente entre el peso de gasolina y el aire aspirado por el motor.

El consumo de carburante está alrededor de 1 Kg de gasolina por cada 15 Kg de aire o dicho de otro modo será necesario disponer de 10.000 l de aire para consumir 1 l de gasolina.

El valor exacto (teóricamente) para una combustión completa, o relación estequiométrica, es de 14,7 Kg aire / 1 Kg de gasolina.

pe. Debido a que la combustión de un carburante no es completa, será necesario, para reducir la polución atmosférica, mejorar la composición de los gases de escape de los motores de combustión interna.

Todas las disposiciones legales relativas a la reducción de los gases contaminantes se establecen para limitar la emisión de sustancias tóxicas, siempre manteniendo un razonable consumo de carburante, excelentes prestaciones y un buen comportamiento en carretera.

Además de una cantidad de gases inofensivos, los gases emitidos por un motor contienen componentes que en grandes concentraciones son peligrosos para el medio ambiente.

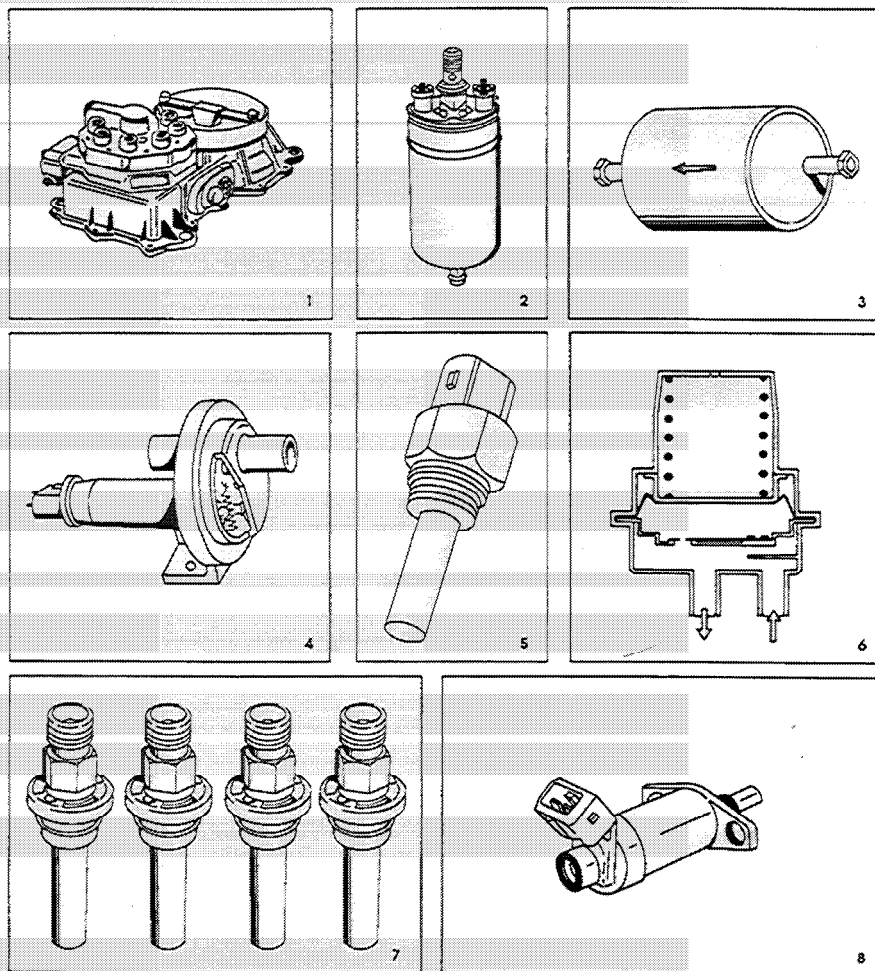
Las sustancias tóxicas que se encuentran en los gases de escape de un motor de combustión interna son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO) y los hidrocarburos (HC).

COMPOSICIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE

La combustión incompleta de carburante en los cilindros de un motor es directamente proporcional a la emisión de sustancias tóxicas en los gases de esca-

ESTRUCTURA DEL SISTEMA

136



- 1.- Repartidor de carburante.
- 2.- Bomba eléctrica de carburante.
- 3.- Filtro.
- 4.- Válvula de aire adicional.
- 5.- Interruptor térmico temporizado.
- 6.- Acumulador de carburante.
- 7.- Inyectores.
- 8.- Inyector de arranque en frío.

BOMBA ELÉCTRICA DE CARBURANTE (fig. 2)

Es una bomba eléctrica de tipo centrífugo situada a la salida del depósito; en su interior hay una cámara cilíndrica excéntrica con un disco que contiene cinco cavidades donde están los cojinetes. Debido a la fuerza centrífuga los cojinetes resultan proyectados contra las paredes, aumentando el volumen de las cavidades y aspirando la gasolina, que se impulsa hasta el tubo distribuidor.

La bomba tiene una válvula de descarga que limita la presión del circuito. De esta manera se evita que una posible obstrucción provoque la avería de la propia bomba.

Cuando la bomba está parada, una válvula a la salida mantiene una presión residual en el circuito.

El motor está bañado en la propia gasolina que le sirve al mismo tiempo de lubricante y refrigerante.

Aunque pueda parecer que existe riesgo de inflamación al estar en contacto la gasolina con el motor eléctrico, esto no es posible debido a la ausencia de aire para la combustión.

Al poner el contacto del vehículo la bomba se pone en marcha permaneciendo en funcionamiento todo el tiempo en que el motor está en marcha.

Un sistema de seguridad detiene la bomba cuando no hay mando de encendido.

FILTRO DE CARBURANTE

Un filtro es montado en el circuito de carburante a continuación de la bomba eléctrica para eliminar las eventuales impurezas de carburante.

Este filtro está constituido de un cuerpo metálico cilíndrico conteniendo un elemento filtrante de papel poroso y un filtro metálico que retiene las partículas de papel.

En el interior, los elementos filtrantes son fijados a las partes metálicas mediante una placa soporte. El tubo de llegada y el de salida están situados cada uno en un extremo del filtro.

Una flecha dibujada en el exterior del filtro indica el sentido de montaje del mismo.

La sustitución de dicho filtro se realiza cada 45.000 Km aproximadamente.

ACUMULADOR DE CARBURANTE (fig. 3)

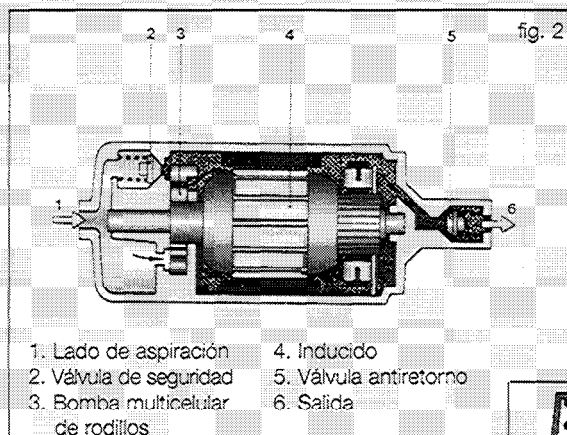
El acumulador de carburante mantiene bajo presión el circuito de carburante después del paro del motor, para facilitar una nueva puesta en marcha, sobretodo si el motor está caliente.

Gracias a la forma particular de su cuerpo, el acumulador de carburante ejerce una acción de amortiguación de los impulsos presentes en el circuito y debidos a la acción de la bomba.

El interior del acumulador está dividido por dos cámaras separadas por una membrana. Una cámara tiene la misión de acumular carburante y la otra contiene un muelle.

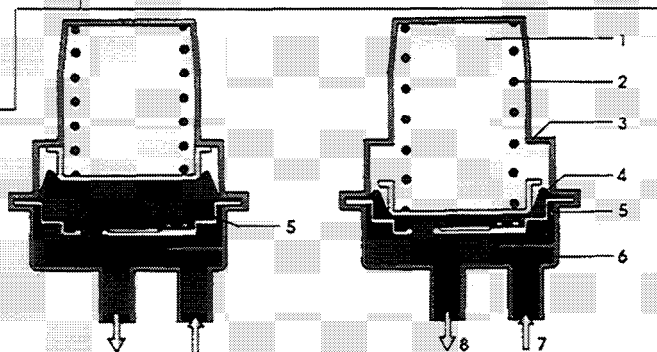
Durante el funcionamiento, la cámara de acumulación se llena de carburante y la membrana se curva hasta el tope, oponiéndose a la presión ejercida por el muelle. La membrana queda en esta posición, que corresponde al volumen máximo hasta que el motor deja de funcionar. A medida que el circuito de carburante va perdiendo presión la membrana va desplazándose para compensar esta falta de carburante.

137



- 1.- Alojamiento del muelle.
2.- Muelle.
3.- Estribo.
4.- Membrana.
5.- Volumen de acumulación.
6.- Deflector.
7.- Llegada de carburante.
8.- Salida de carburante.

fig. 3



INYECTORES (fig. 4)

El carburante, dosificado por el repartidor, es enviado por los inyectores hacia los diversos conductos de admisión, antes de las válvulas de admisión de los cilindros.

Los inyectores están aislados del calor que genera el motor evitando la formación de pequeñas burbujas de vapor en los tubos de inyección después de parar el motor.

Los inyectores no contribuyen en la dosificación. Se abren automáticamente cuando la presión supera los 3,3 bar. La aguja oscila a una frecuencia elevada obteniéndose una excelente vaporización. Después del paro del motor los inyectores se cierran cuando la presión de alimentación es inferior a los 3,3 bar.

fig. 4

- a. Posición de reposo.
b. Posición de servicio.
1. Cuerpo inyector.
2. Filtro.
3. Válvula de aguja.
4. Asiento de válvula.

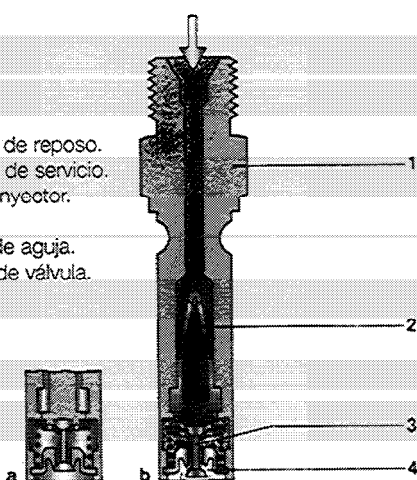
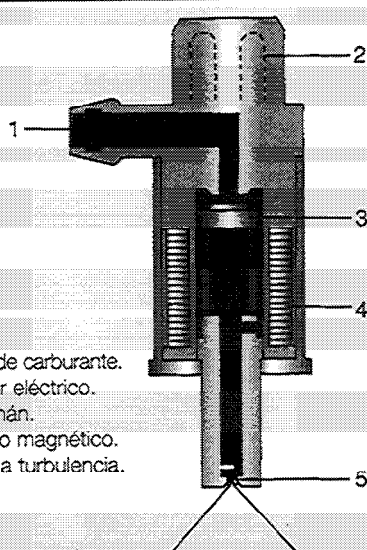


fig. 5

- 1.- Llegada de carburante.
2.- Conector eléctrico.
3.- Electroimán.
4.- Bobinado magnético.
5.- Surtidor a turbulencia.



INYECTOR DE ARRANQUE EN FRÍO

El inyector de arranque en frío se acciona por mando electromagnético durante 120 sg. máximo, y en función de la temperatura del líquido de refrigeración (fig. 5).

La excitación del electroimán abre el conducto de salida del inyector permitiendo al carburante la salida a través del surtidor a turbulencia para entrar a la cámara de combustión finalmente vaporizado.

TEMPORIZADOR TÉRMICO

El interruptor térmico temporizado regula el funcionamiento del inyector electromagnético de arranque en frío en función de la temperatura del motor, actuando sobre el tiempo de su funcionamiento (fig. 6).

El interruptor térmico está constituido por un contacto (1) que se cierra o se abre en función de la temperatura de una lámina bimetalica (3), calentada eléctricamente por una resistencia (2).

El calentamiento de esta lámina bimetalica se realiza para limitar el tiempo máximo de funcionamiento del inyector.

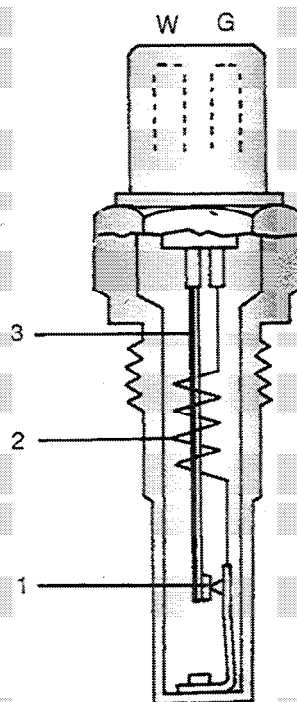


fig. 6

VÁLVULA DE AIRE ADICIONAL

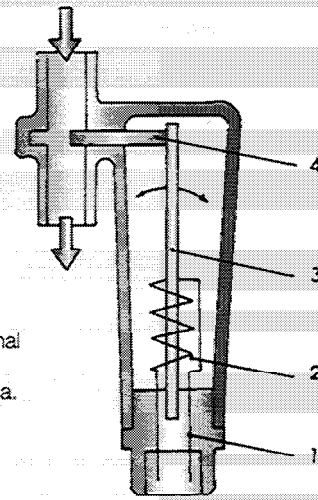
La válvula de aire adicional proporciona al motor la cantidad de aire necesario durante el arranque en frío (fig. 7).

FUNCIONAMIENTO

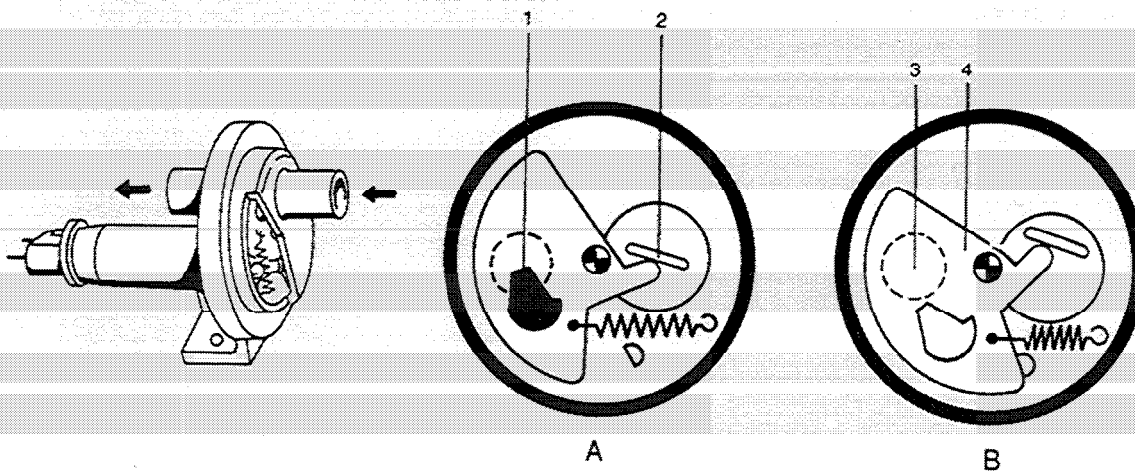
La sección de paso 3B (fig. 8) es pilotada por un cursor rotativo 4, en el cual se ha realizado una hendidura 1A para el paso de aire. El cursor es accionado por una lámina bimetalica (2) calentada por una resistencia eléctrica alimentada permanentemente por el relé del mando (fig. 9).

A medida que la temperatura se eleva la lámina bimetalica reduce el paso de aire adicional hasta llegar a cerrarlo completamente.

fig. 7



Válvula de aire adicional
1. Conexión eléctrica.
2. Resistencia eléctrica.
3. Lámina bimetalica.
4. Diafragma.



139

fig. 8

Esquema de conexión de la válvula de aire adicional.

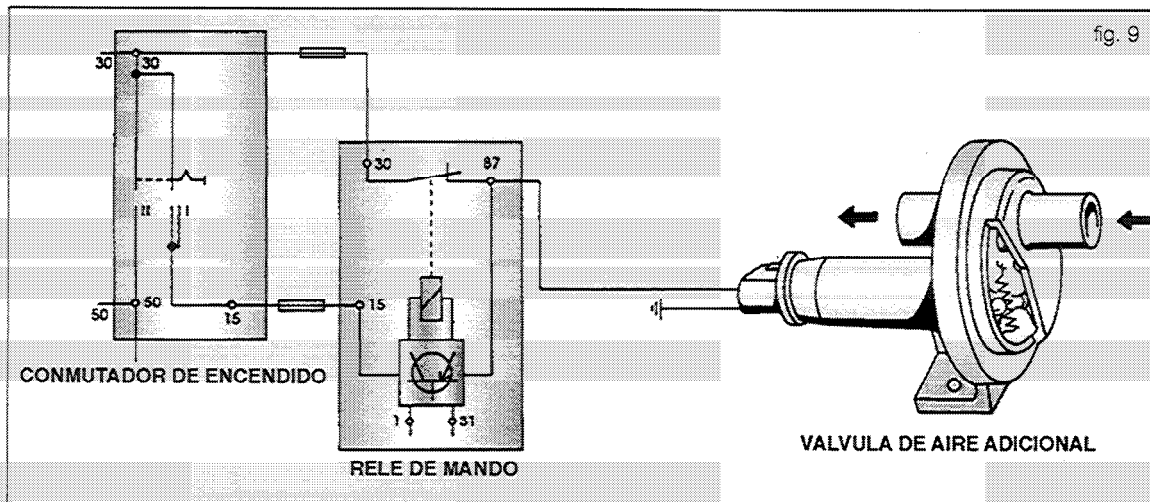


fig. 9

REGULADOR DE FASE DE CALENTAMIENTO (fig. 10)

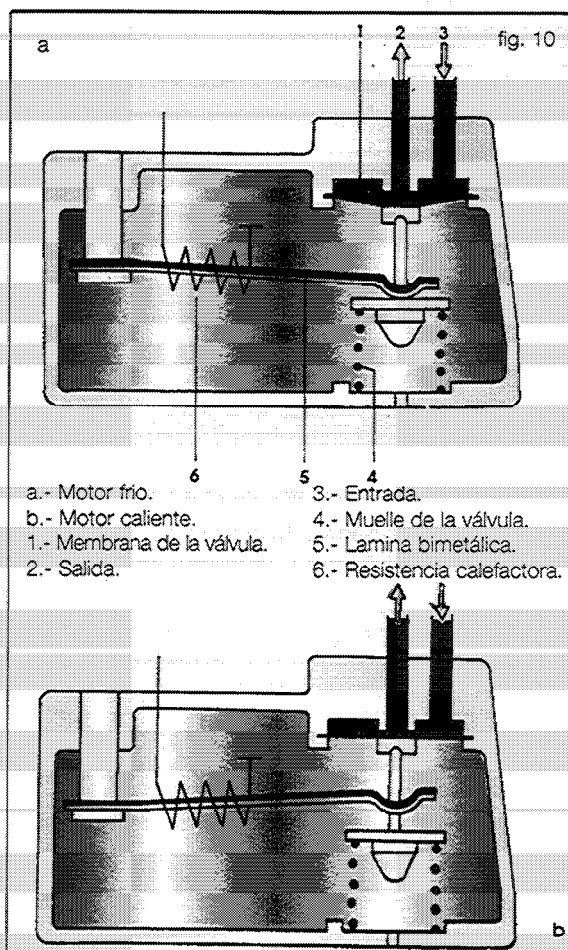
La variación de la presión de mando se realiza mediante el regulador de calentamiento montado sobre el motor de manera que alcance su misma temperatura.

El regulador dispone al mismo tiempo de una resistencia calefactora gracias a la cual se puede adaptar perfectamente a las características de cada motor.

Este regulador está constituido por una válvula de membrana, tarada por un muelle calentado eléctricamente.

El enriquecimiento de la fase de calentamiento se termina cuando la lámina bimetalica libera completamente el muelle de la válvula. La presión de comando está regulada al valor normal dependiendo tan sólo del muelle de la membrana.

Durante el arranque en frío la presión de mando es de 0,5 bar aproximadamente mientras que en condiciones normales se alcanza el valor de 3,7 bar.



- a.- Motor frío.
b.- Motor caliente.
1.- Membrana de la válvula.
2.- Salida.
3.- Entrada.
4.- Muelle de la válvula.
5.- Lámina bimetalica.
6.- Resistencia calefactora.

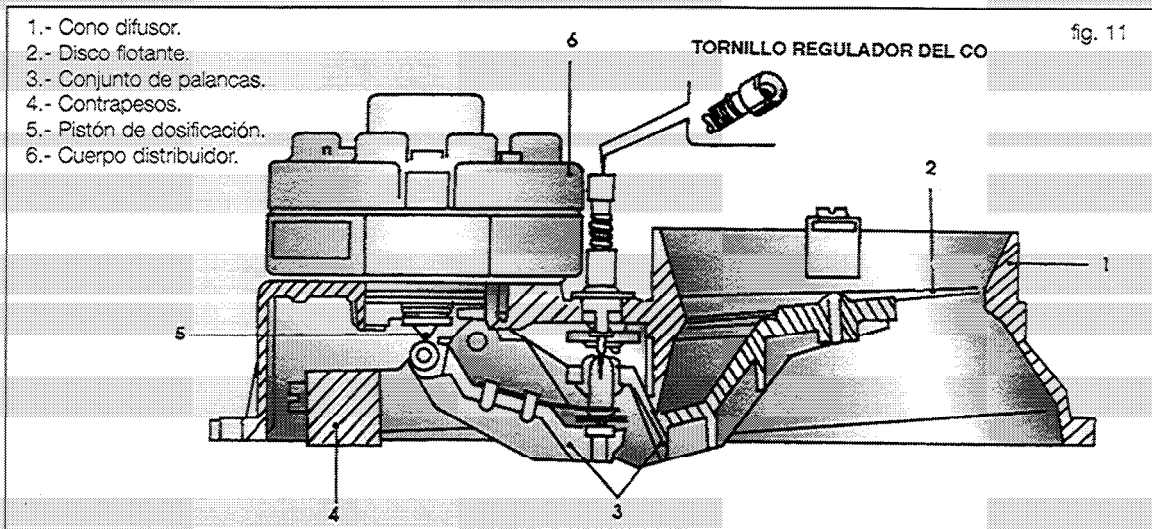
140

CAUDALIMETRO DE AIRE Y REPARTO DE CARBURANTE (fig. 11)

El caudalimetro de aire está constituido por un cuerpo de aluminio sobre el cual se monta un cono difusor (1), un disco flotante (2), un grupo de levas (3) y un contrapeso (4).

Las posiciones del disco flotante dentro del cono difusor corresponden a las medidas de aire introducido que, por medio de un grupo de levas, se transmiten al pistón de dosificación que distribuirá la cantidad apropiada de carburante a los inyectores.

Para obtener las mejores prestaciones y limitar las emisiones de CO en los gases de escape, es necesario adaptar la mezcla de carburante en todos los regímenes del motor.



- 1.- Cono difusor.
2.- Disco flotante.
3.- Conjunto de palancas.
4.- Contrapesos.
5.- Pistón de dosificación.
6.- Cuerpo distribuidor.

TORNILLO REGULADOR DEL CO

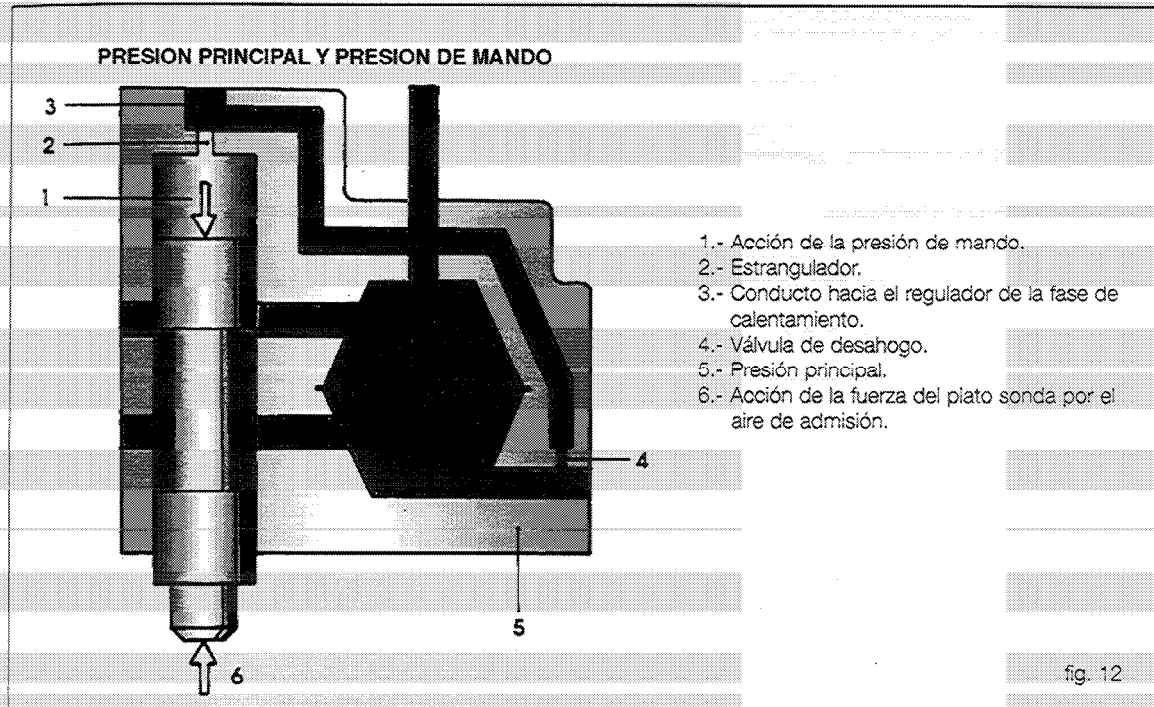
fig. 11

REGULADOR DE PRESIÓN

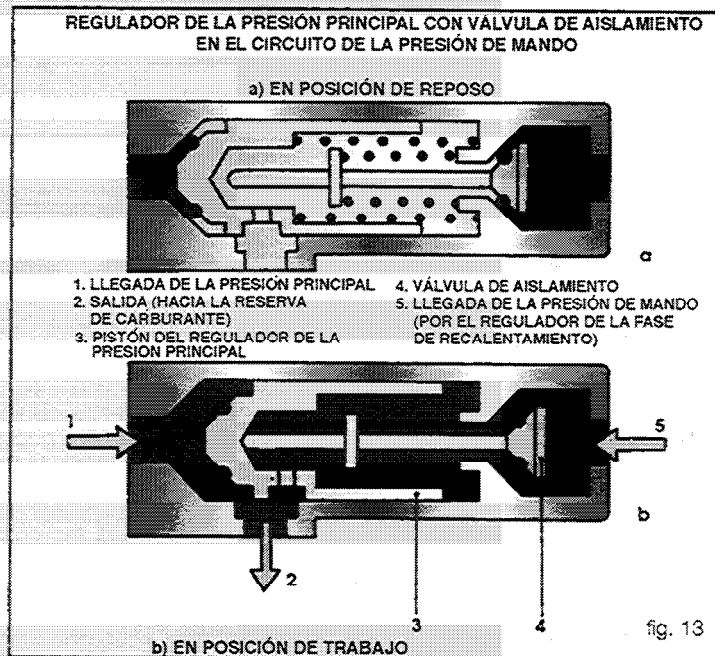
La presión actúa sobre el pistón de mando, mediante un estrangulador constituyendo una fuerza antagonista, que debe equilibrar la fuerza de presión del aire presente en el caudalímetro (fig. 12).

El nivel de la presión de mando actúa sobre la dosificación de carburante. Cuando esta presión dis-

minuye la cantidad de aire de admisión puede levantar más el disco flotante. De esta manera el pistón de mando abre aún más los estranguladores y el motor recibe una mayor cantidad de carburante. Cuando la presión de carburante se eleva, el aire no tiene suficiente fuerza para levantar el disco flotante y la dosificación de carburante disminuye.



141



KE - JETRONIC (fig. 14)

El KE-Jetronic es un sistema de inyección hidromecánica. Un disco flotante desplazado por la fuerza de aire regula un pistón de dosificación de carburante, que determina una abertura más o menos grande de las ventanas de dosificación. La función de base de KE-Jetronic consiste en determinar la cantidad de carburante en función del volumen de aire de admisión que representa el parámetro de mando principal.

En referencia al sistema K-Jetronic este otro

sistema detecta también otros parámetros de funcionamiento del motor mediante los captadores que envían unas señales a una central electrónica la cual pilota un regulador electrohidráulico de presión.

Este regulador adapta el caudal a las diferentes condiciones según las medidas prescritas

En caso de avería se selecciona siempre una función de emergencia permitiendo disponer de un sistema funcional.

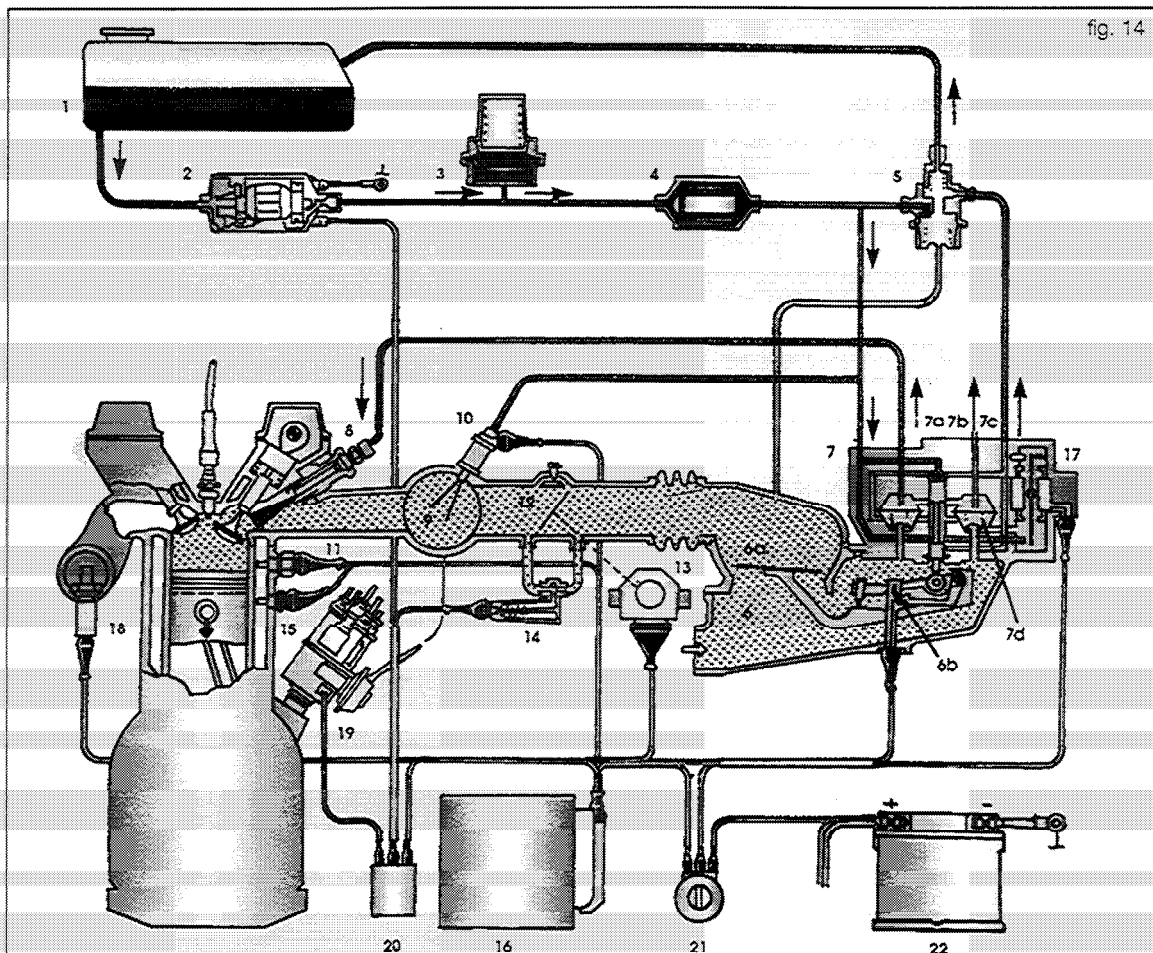


fig. 14

- | | | |
|-------------------------------------|---|--|
| 1.- Depósito de combustible. | 7d.- Cámara inferior. | 17.- Regulador electrohidráulico de presión. |
| 2.- Bomba eléctrica. | 8.- Inyector. | 18.- Sonda lambda. |
| 3.- Acumulador de carburante. | 9.- Colector de admisión. | 19.- Distribuidor de encendido. |
| 4.- Filtro de carburante. | 10.- Inyector electromagnético de arranque en frío. | 20.- Relé de mando. |
| 5.- Regulador de presión principal. | 11.- Interruptor térmico temporizado. | 21.- Llave de contacto. |
| 6.- Caudalímetro de aire. | 12.- Válvula de mariposa. | 22.- Batería. |
| 6a.- Disco flotante. | 13.- Interruptor de mariposa. | |
| 6b.- Potenciómetro. | 14.- Válvula de aire adicional. | |
| 7.- Repartidor de carburante. | 15.- Captador de temperatura del motor. | |
| 7a.- Pistón de mando. | 16.- Central electrónica. | |
| 7b.- Ángulo de mando. | | |
| 7c.- Cámara superior. | | |

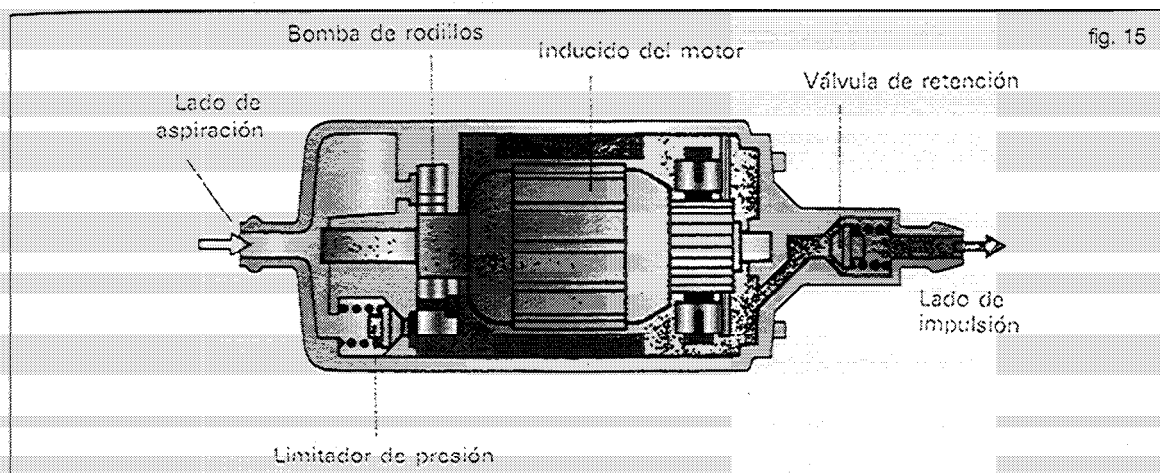
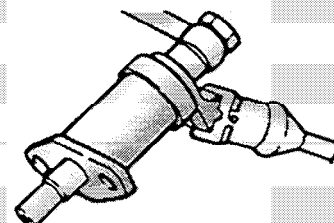
BOMBA ELÉCTRICA DE CARBURANTE (fig. 15)

fig. 15

Se trata de una bomba de rodillos accionada eléctricamente. La bomba y el motor van alojados conjuntamente en una carcasa y son bañados por el combustible, con esto se evita la tendencia de las juntas a averiarse y los problemas de lubricación, al tiempo que se refrigera bien la electrobomba.

La bomba impulsa más combustible del que el motor de combustión suele necesitar, de esta forma puede mantener la presión en el sistema de alimentación en todos los estados de servicio que pueden presentarse.



143

INYECTOR DE ARRANQUE EN FRÍO (fig. 16)

Este es un inyector de funcionamiento electro-magnético que se sitúa en la parte trasera de la placa de la mariposa en el colector de admisión. Al arrancar el motor en frío, este inyector se abre únicamente hasta que el temporizador térmico interrumpe la corriente. El combustible que inyecta sale atomizado por un surtidor de turbulencia especial situado a la punta del inyector.

- Válvula de arranque en frío.
1. Conexión eléctrica.
 2. Conexión de combustible.
 3. Bobina.
 4. Válvula del solenoide.
 5. Surtidor de turbulencia.

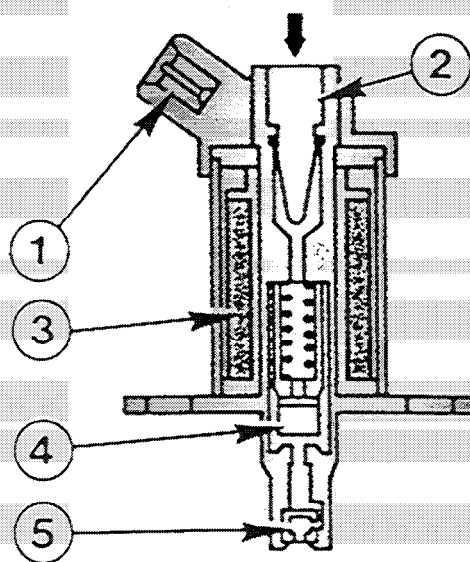


fig. 16

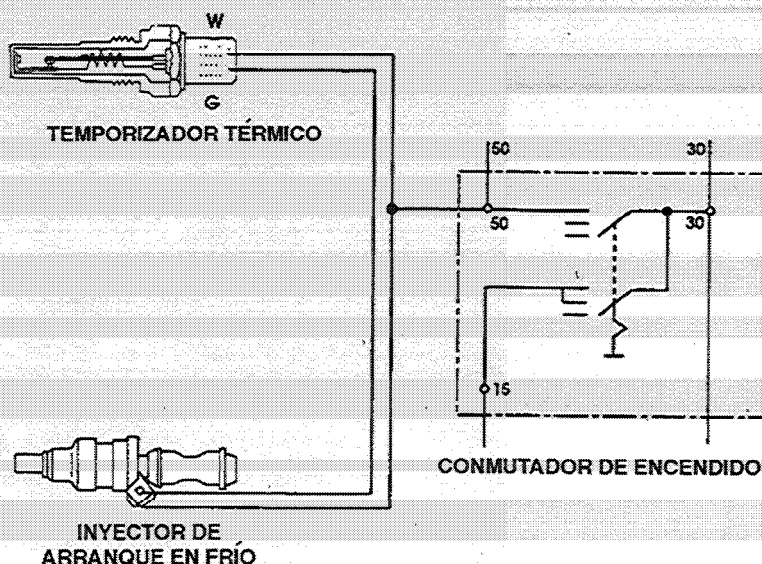


fig. 17

TEMPORIZADOR TÉRMICO

El temporizador térmico, además de la abertu-
 144 ra, determina el tiempo de funcionamiento del inyector de arranque en frío, según la temperatura ambiente y la del motor. Está formado por un bimetálico que está alojado en un lugar en contacto con el motor que abre y cierra un contactor en función de la temperatura. Una resistencia eléctrica calienta el propio termointerruptor de forma que el tiempo máximo de abertura, quede limitado y no llegue a ahogar el motor por exceso de gasolina, si arranca el motor en caliente, el interruptor estará ya abierto por la propia temperatura del motor y por tanto el sistema no funcionará (fig. 17).

motor. Una leva transmite el movimiento de este disco al pistón de mando que en función de su posición dentro del cilindro lleno de ventanas, abre una sección apropiada de estas ventanas de regulación a través de las cuales el carburante puede circular hacia el regulador de presión diferencial, y por consiguiente hacia los inyectores. Si el recorrido del disco flotante es corto el pistón de mando se desplaza ligeramente mientras que si el desplazamiento es mayor, el pistón se desplaza en un recorrido más largo.

Es necesario que la presión de alimentación esté regulada con precisión ya que una pequeña variación puede influir directamente en la relación aire-carburante.

DOSIFICACIÓN DE COMBUSTIBLE

La dosificación base de combustible se realiza por medio del caudalímetro y el repartidor de combustible. Según las condiciones de funcionamiento la cantidad de carburante será variable (fig. 18).

El repartidor asegura la dosificación regular de carburante entre los diversos cilindros del motor, en función de la posición del disco flotante del caudalímetro de aire.

La posición del disco flotante define la medida de volumen de aire admitido por el

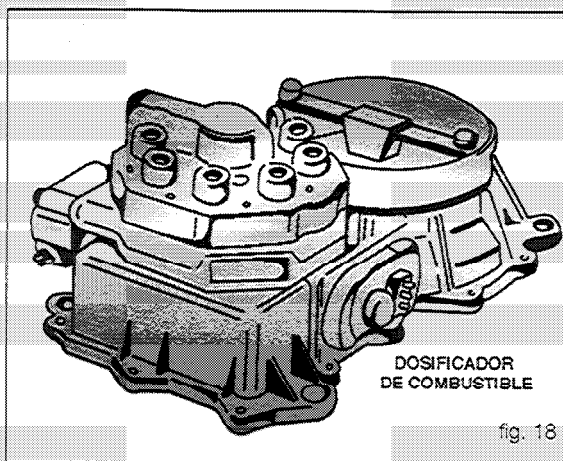
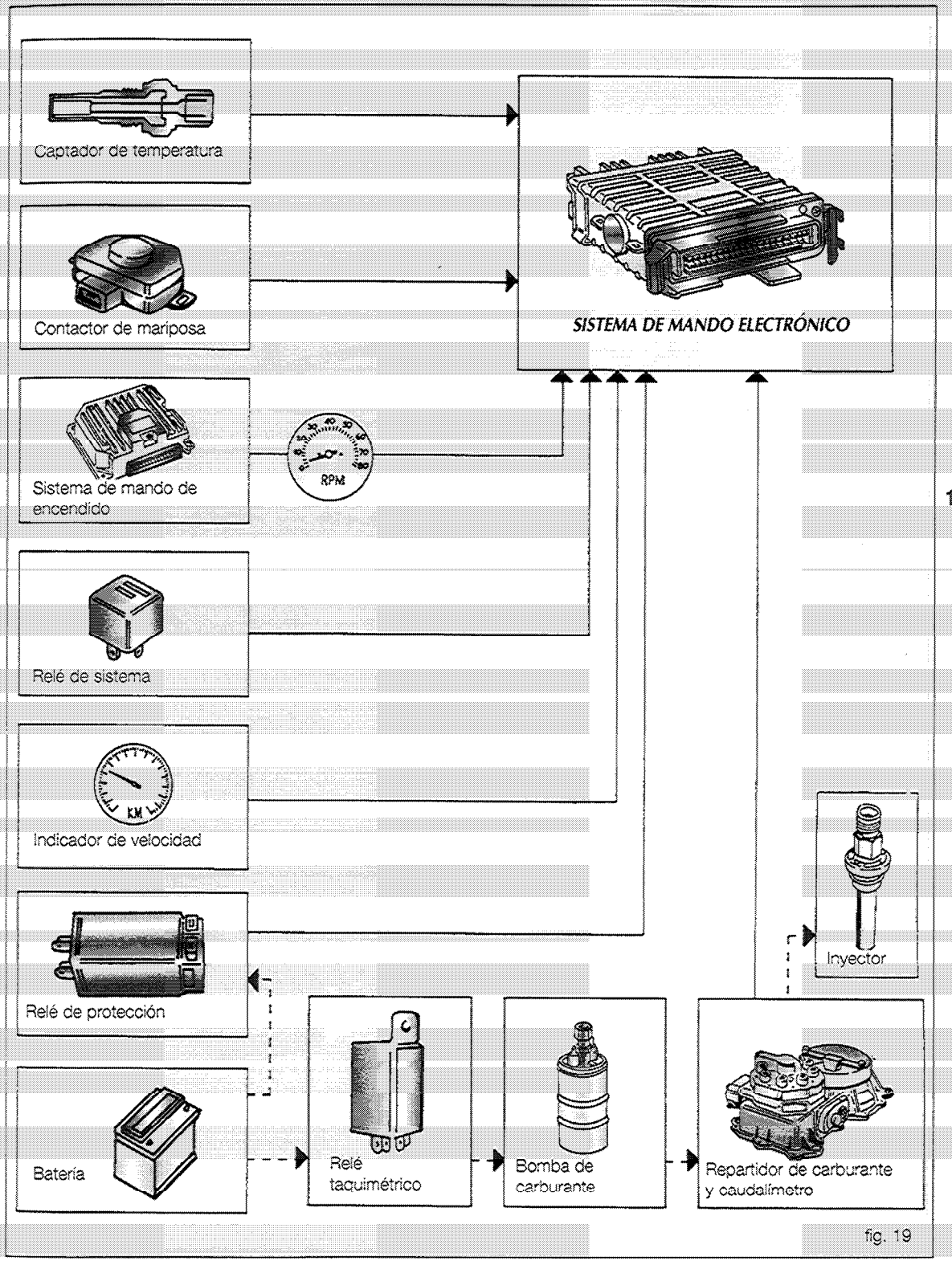
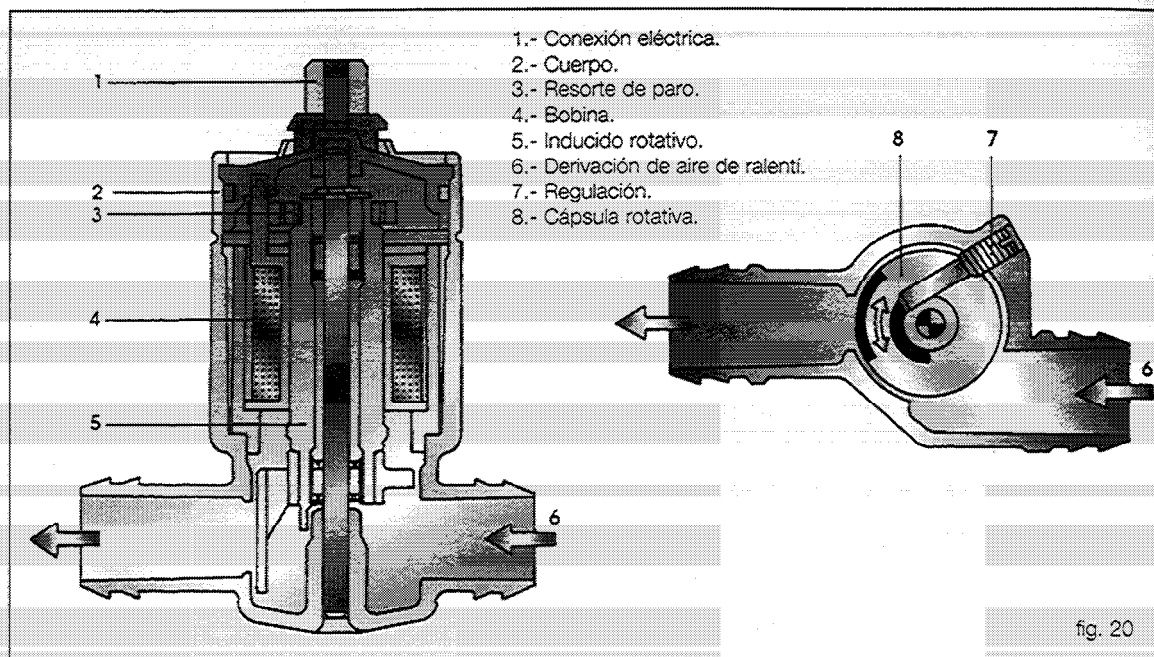


fig. 18

SISTEMA COMPLETO DE GESTIÓN MOTOR CON CENTRAL KE-JETRONIC (fig. 19)



146 RÉGIMEN DE RALENTÍ

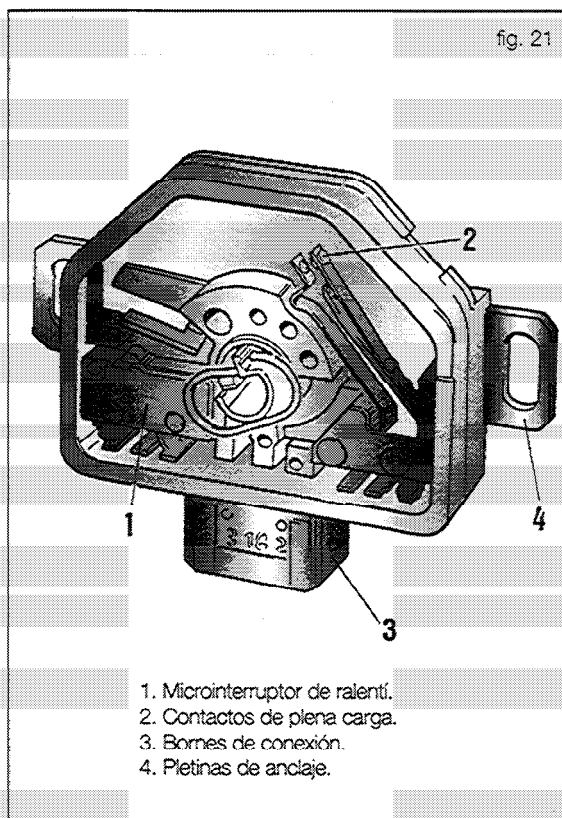
La estabilización del régimen de ralentí se obtiene mediante la regulación del llenado de los cilindros, o dicho de otra manera por la reducción del consumo a ralentí durante los ciclos urbanos.

Un régimen mínimo demasiado elevado aumenta no tan sólo el consumo en ralentí sino el consumo global del vehículo.

Este ajuste se realiza mediante un regulador rotativo (fig. 20).

Este sistema permite estabilizar los valores de contaminación de los gases de escape. Este sistema compensa particularmente también las variaciones debidas al envejecimiento del motor y favorece la estabilidad del ralentí durante toda la vida de funcionamiento del motor.

La posición del interruptor de mariposa permite su graduación por medio de dos ranuras donde unos tornillos la sujetan en su posición correcta de calado.

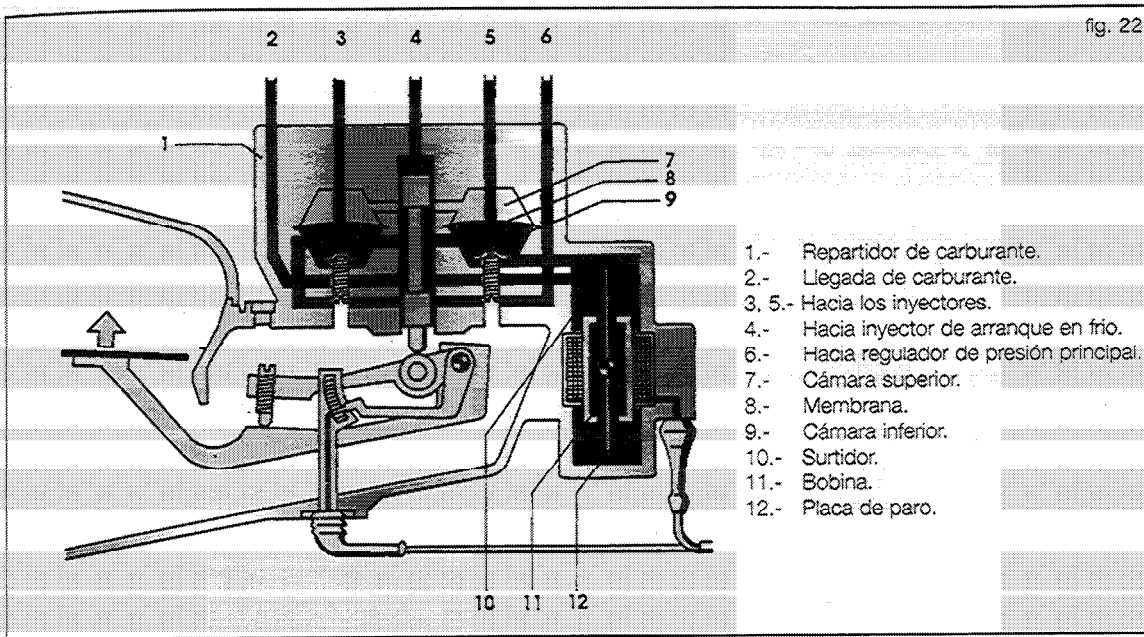


INTERRUPTOR DE MARIPOSA (fig. 21)

El interruptor de mariposa tiene como misión informar a la unidad electrónica de control de la posición en que se encuentra la mariposa de admisión del motor. En su interior incorpora dos contactos eléctricos correspondientes a la posición de ralentí y de plena carga cuando se encuentra el pedal del acelerador en reposo o pisando a fondo.



FASE DE DECELERACION

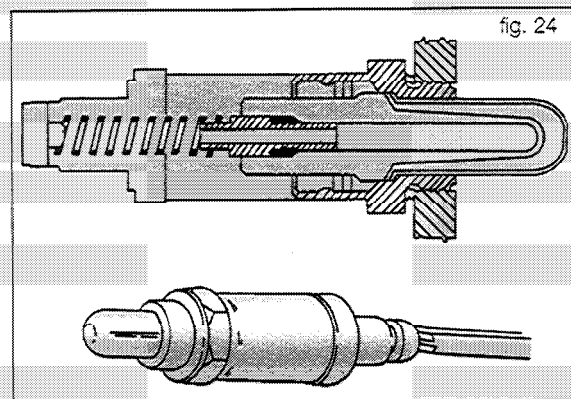
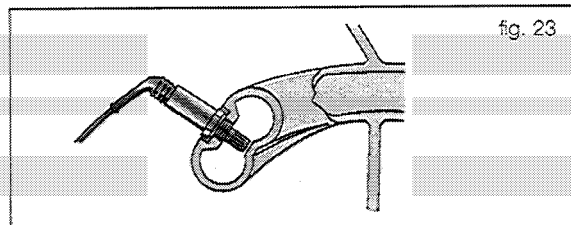


Con el fin de economizar el consumo de carburante se interrumpe la inyección de carburante durante la fase de deceleración (fig. 22).

Si el conductor levanta el pie del pedal acelerador, la mariposa va a la posición de cero. El interruptor informa a la centralita de la posición de la mariposa, al mismo tiempo que el sistema de comando recibe información relativa al régimen de giro del motor. Si el régimen real se sitúa dentro de la zona de interrupción de inyección en fase de deceleración, el sistema invierte el sentido de corriente del mando de presión electrohidráulico en la bobina (11) (fig. 22). De esta manera la presión de la cámara inferior se eleva prácticamente al valor de la presión principal y el muelle de la cámara inferior cierra la llegada a los inyectores.

Estando constituido por un cuerpo cerámico su efecto se basa en el hecho de que la cerámica porosa permite la difusión del oxígeno existente en el aire. La cerámica se vuelve conductora a altas temperaturas, de manera que si el porcentaje de oxígeno es distinto a las dos extremidades de los electrodos se produce una tensión en los mismos electrodos (fig. 24).

La tensión es siempre oscilante entre 200 y 800 mV.



REGULACIÓN LAMBDA

La sonda lambda transmite al sistema de mando una señal característica de la composición instantánea de la mezcla (fig. 23).

Esta sonda está montada en un punto del colector de escape donde la temperatura necesaria para su funcionamiento exista en todos los regímenes motor.

La sonda lambda está expuesta en su cara exterior a los gases de escape mientras que su fase interna comunica con la atmósfera.

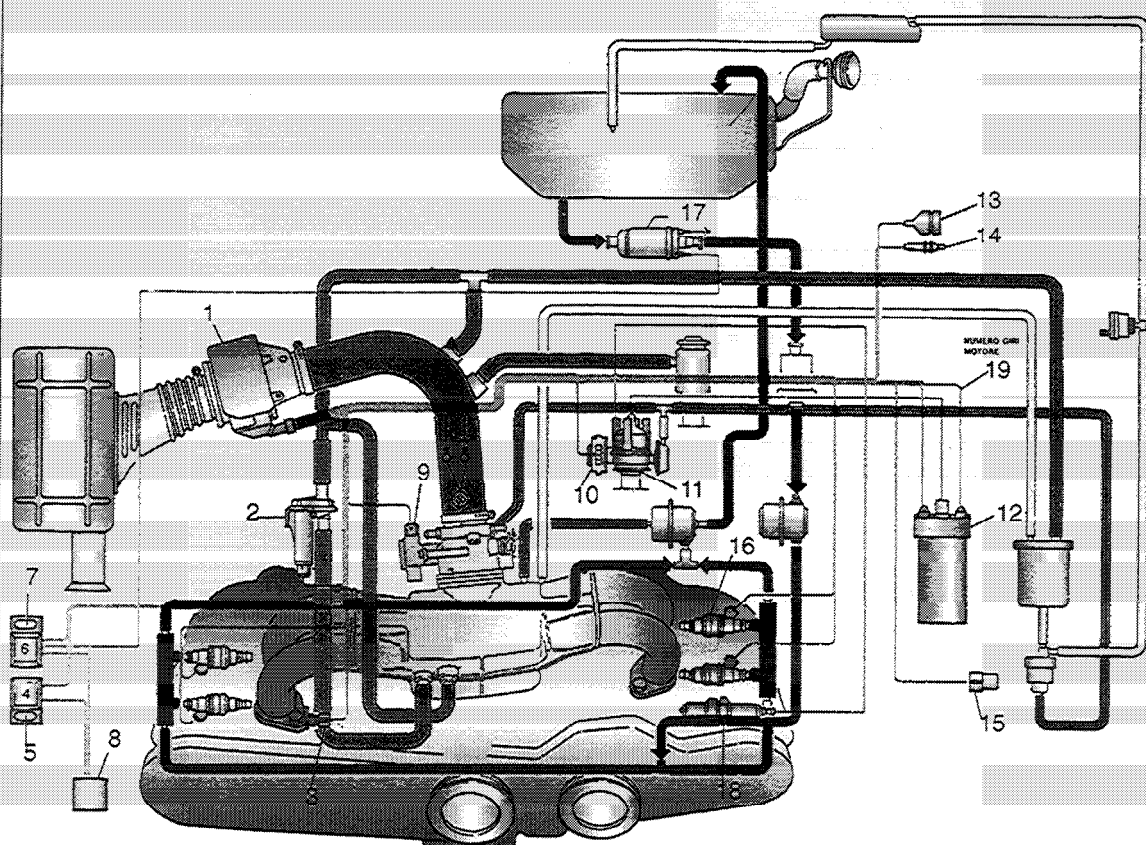
SISTEMA LE3-JETRONIC (fig. 25)

El LE3 - Jetronic es un sistema de inyección a mando electrónico, gracias al cual el carburante es inyectado por intermitencia en el colector de admisión.

Para saber la cantidad de carburante que es necesario en función de la calidad de aire de admisión, se utiliza un caudalímetro de aire especial que envía una señal eléctrica a la central de mando electrónica.

Con este sistema de inyección la formación de la mezcla reduce considerablemente la toxicidad de los gases de escape; el motor recibe tan sólo la cantidad de carburante realmente necesario y la alimentación de los distintos cilindros es adecuada a las condiciones de funcionamiento.

fig. 25



- 1.- Caudalímetro, central de inyección, sensor de temperatura de aire.
- 2.- Válvula de aire adicional.
- 3.- Sonda de temperatura de líquido de refrigeración del motor.
- 4.- Relé principal.
- 5.- Fusible de sonda lambda.
- 6.- Relé de la bomba de carburante.

- 7.- Fusible de la bomba de carburante.
- 8.- Conexión a la carrocería.
- 9.- Interruptor de mariposa.
- 10.- Módulo de encendido.
- 11.- Distribuidor de encendido.
- 12.- Bobina de encendido.
- 13.- Conector de resistencia de la sonda lambda.

- 14.- Conector de la sonda lambda.
- 15.- Conector para diagnóstico.
- 16.- Inyectores electromagnéticos.
- 17.- Bomba de carburante.
- 18.- Bujías.
- 19.- Captador de régimen.
- 20.- Masa centralizada.



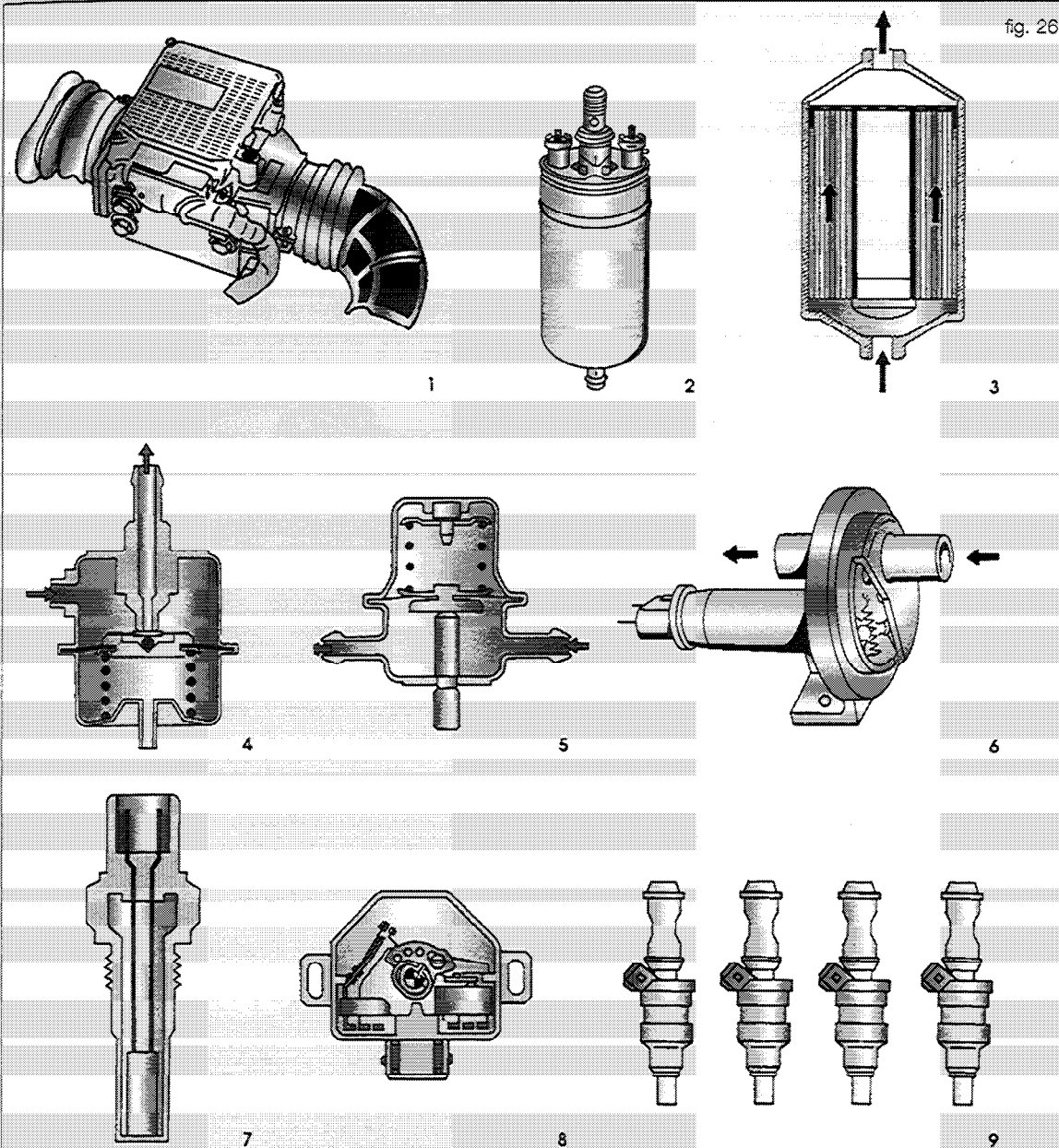
RELACIÓN AIRE-CARBURANTE

La dosificación o relación de mezcla resulta de la relación existente entre el peso de gasolina y el aire aspirado por el motor.

El consumo de carburante está alrededor de 1 Kg de gasolina por cada 15 Kg de aire, o dicho de otro modo, será necesario disponer de 10.000 l de aire para consumir 1 l de gasolina.

El valor exacto (teóricamente) para una combustión completa, o relación estequiométrica, es de 14,7 Kg de aire / 1 Kg de gasolina.

COMPONENTES DEL SISTEMA (fig. 26)



149

- 1.- Caudalímetro y central electrónica - 2.- Bomba eléctrica - 3.- Filtro de carburante. - 4.- Regulador de presión. - 5.- Amortiguador de pulsaciones. - 6.- Válvula de aire adicional. - 7.- Sonda de temperatura del motor. - 8.- Interruptor de mariposa. - 9.- Inyectores electromagnéticos.

BOMBA ELÉCTRICA DE CARBURANTE

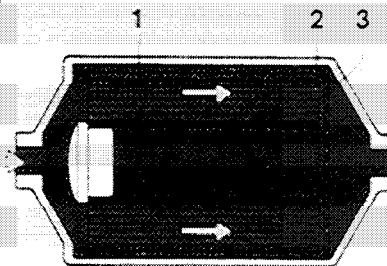
La bomba de combustible es una bomba de célula rotativa, de rodillos excéntricos con funcionamiento eléctrico (fig. 27).

La bomba y el motor eléctrico se encuentran en un alojamiento bañados en combustible. El combustible refrigera el motor eléctrico sin peligro de explosión, dado que la mezcla no se puede encender. Un relé interrumpe la alimentación eléctrica de la bomba de combustible cuando se para el motor con el encendido conectado.

La bomba incorpora una válvula de control de presión en el lado de admisión y otra antirretorno en la tubería de suministro.

Estos filtros son de tipo unidireccional y es necesario respetar el sentido de montaje.

fig. 28

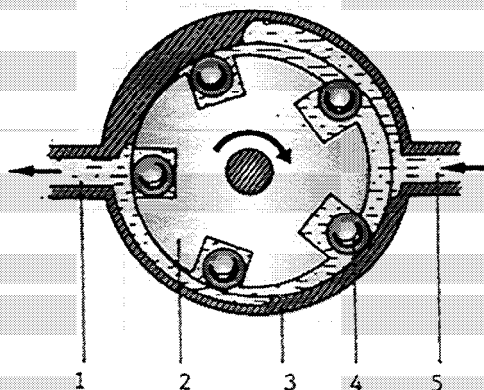


Filtro de gasolina

1. Elemento filtrante de papel.
2. Tamiz.
3. Placa soporte.

150 FILTRO DE CARBURANTE (fig. 28)

El filtro de carburante se sitúa a la salida de la bomba y tiene como misión retener las impurezas que pueda arrastrar la gasolina para preservar la vida de los inyectores y evitar posibles obstrucciones en el circuito de alimentación. Para ello incorpora un papel con un tamaño medio de poro con 10 micrómetros, y en la parte trasera un tamiz que retiene las partículas de papel que puedan desprenderse.



1. Salida - 2. Rotor de bomba -
3. Cáster de la bomba - 4. Rodillo - 5. Entrada.

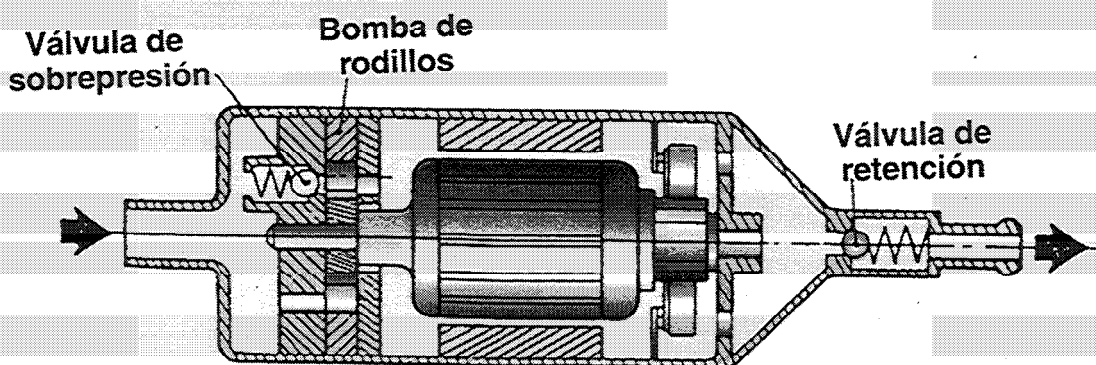


fig. 27



REGULADOR DE PRESIÓN

El regulador de presión mantiene fija la presión diferencial de alimentación de los inyectores (fig. 29).

Está montado en el extremo de la rampa de inyección.

El regulador de presión está formado por una carcasa metálica (3) subdividida en dos cámaras por una membrana (4) siendo accionada por un muelle (5).

Cuando la presión sobrepasa un valor predeterminado la válvula (7) se abre para permitir al exceso de carburante retornar al depósito.

Un tubo (6) conecta el conducto de aspiración al alojamiento del muelle (señal de depresión). Así, la relación entre la presión del circuito de carburante y la presión absoluta del colector de admisión se mantiene constante en todas las condiciones de funcionamiento.

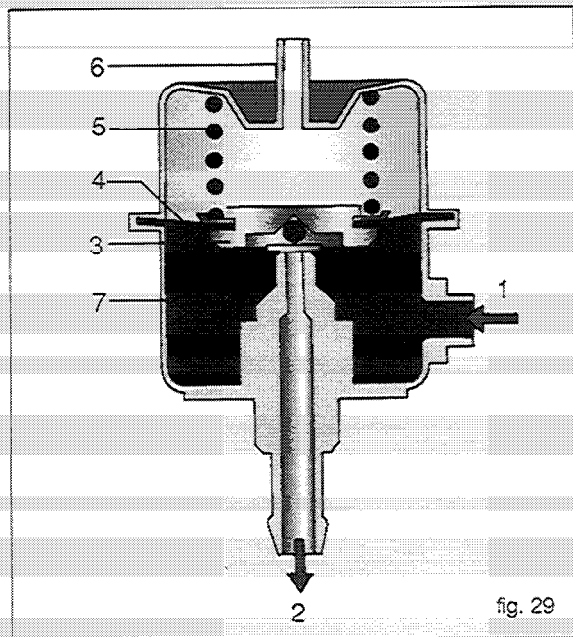


fig. 29

Las pulsaciones son debidas a la abertura y cierre de los inyectores.

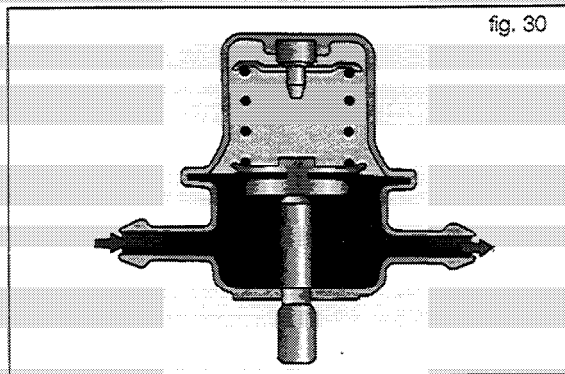


fig. 30

INYECTORES ELECTROMAGNÉTICOS

El carburante es dosificado por los inyectores situados sobre los distintos conductos antes de la válvulas de admisión (fig. 31).

Un inyector está constituido por un cuerpo 151 contenedor, un bobinado eléctrico (3), un núcleo magnético (2) solidario a una aguja (1) que hace estanqueidad en la zona inferior del cuerpo del inyector.

El campo magnético creado por los impulsos eléctricos que envía la central electrónica provoca el desplazamiento vertical de la aguja y con ello la salida intermitente de gasolina.

El tiempo de abertura del inyector es determinado por la central electrónica.

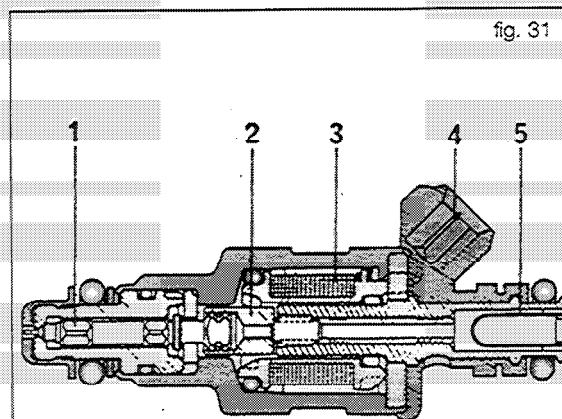


fig. 31

1. Aguja - 2. Núcleo magnético -
3. Bobina - 4. Conexión eléctrica - 5. Filtro.

AMORTIGUADOR DE PULSACIONES

El amortiguador, está conectado antes de la rampa de inyección de carburante y tiene como función suprimir los picos de pulsación que se pueden producir especialmente a bajo régimen (fig.30).

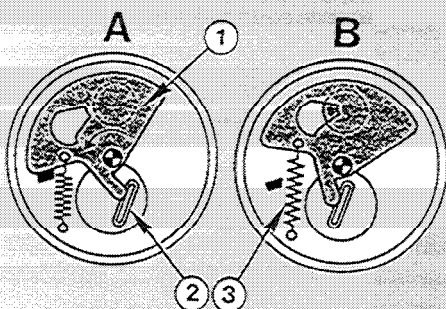
VÁLVULA DE AIRE ADICIONAL

(fig. 34)

Esta válvula está situada en paralelo a la caja de mariposas y permite el funcionamiento regular del motor en frío.

Durante el arranque en frío, la válvula giratoria para el aire adicional está abierta. Una tira bimetálica se calienta eléctricamente, con ello se acciona la válvula giratoria y se cierra paulatinamente el paso para el aire adicional (fig. 32). Además la tira

fig. 32



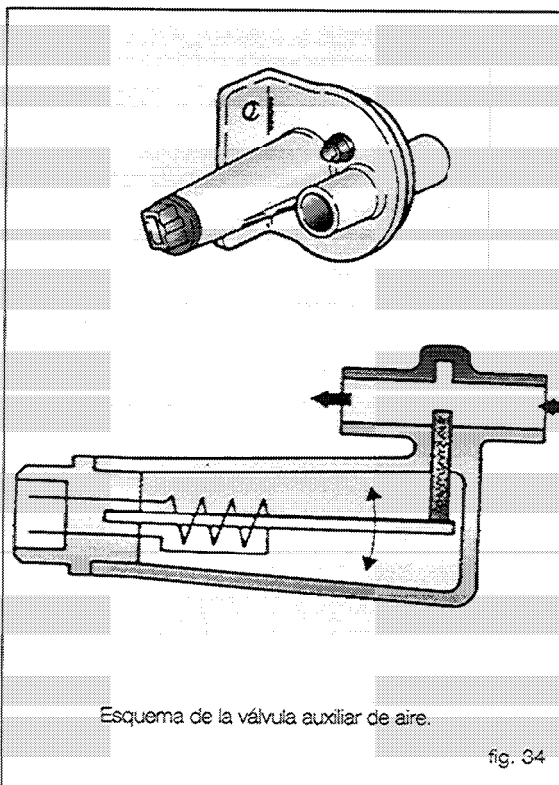
Sección transversal de la válvula auxiliar de aire.

A. Cerrado - B. Parcialmente cerrado.

1. Orificio.

2. Banda bimetálica.

3. Muelle de retorno.



Esquema de la válvula auxiliar de aire.

fig. 34

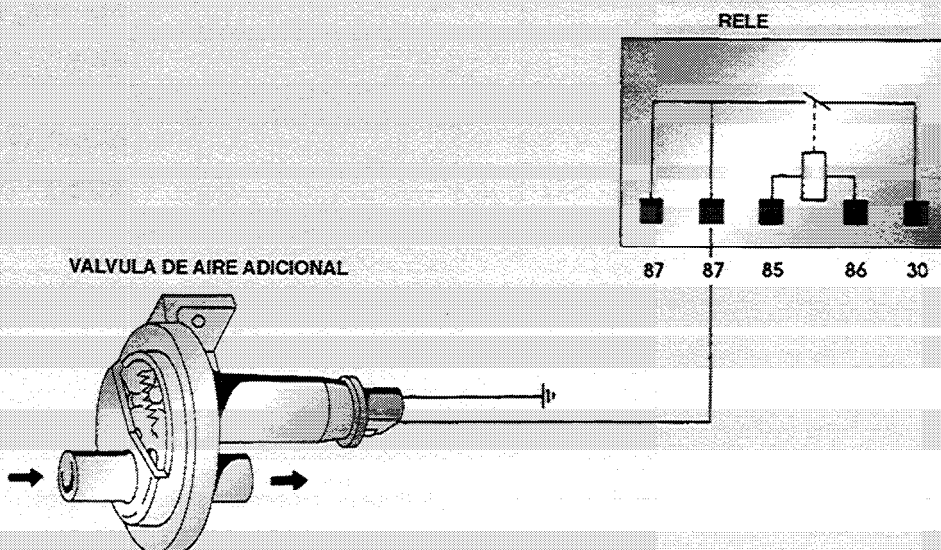


fig. 33

de bimetál es calentada por el calor irradiado por el motor y así se consigue una posición inicial independiente.

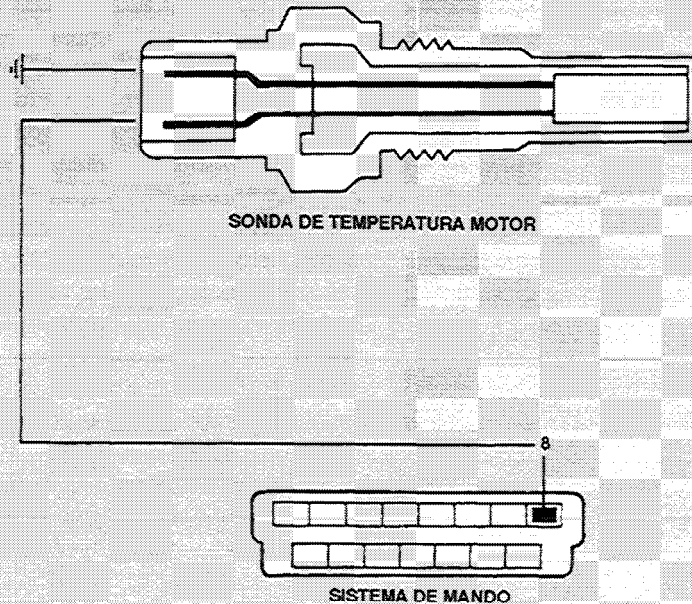
La válvula de aire adicional es accionada eléctricamente mediante un relé (fig. 33).

SONDA DE TEMPERATURA DEL MOTOR

La sonda de temperatura capta la temperatura del líquido de refrigeración. Transmite a la centralita de inyección una información que le permite nada conocer la temperatura de funcionamiento del motor y así poder realizar las estrategias de arranque en frío, estabilización de ralentí y *cut off* (fig. 35).

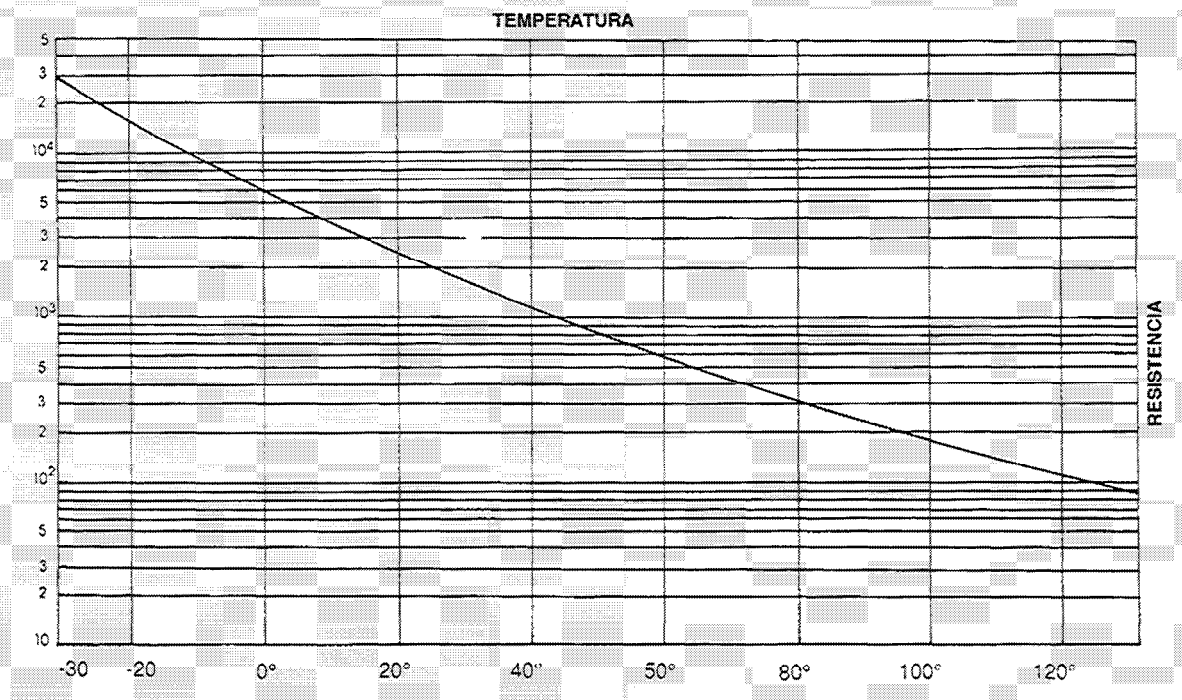
En los motores enfriados por agua, la sonda de temperatura se monta en el circuito de refrigeración.

Esta constituida por una resistencia NTC (coeficiente de temperatura negativo) dispuesto en el interior de un cuerpo metálico. Su naturaleza eléctrica semiconductor se comporta de manera que su resistencia disminuye al incrementar la temperatura.



153

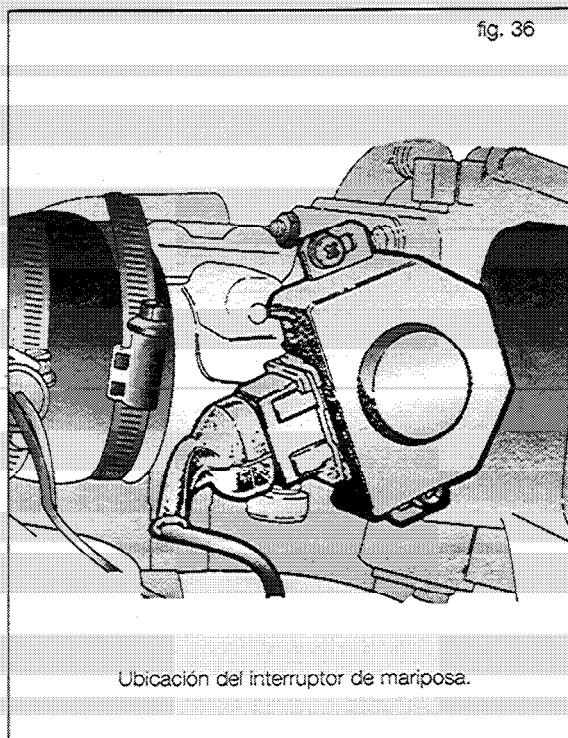
fig. 35



INTERRUPTOR DE MARIPOSA (fig. 36) CAUDALÍMETRO (fig. 37)

Éste es el mecanismo encargado de informar de la posición de la mariposa de los gases por medio de las dos señales relativas al estado de ralentí y plena carga.

Mediante esta información, se adapta el tiempo de inyección a los diferentes estados de carga del motor. Estando cerrado el interruptor de ralentí o el de plena carga, la unidad de mando decide si tiene lugar la desconexión durante la marcha de deceleración o bien enriquecimiento a plena carga.



El pedal del acelerador acciona la mariposa y hace así variar la cantidad de aire aspirado por el motor y por consiguiente, su rendimiento.

La dosificación precisa de carburante se puede realizar una vez el caudalímetro envíe la información a la central electrónica del sistema.

El funcionamiento del sistema se basa en el principio de mariposa variable bajo el efecto del caudal de aire que aspira el motor.

A un caudal de aire definido le corresponde una posición angular de la mariposa de medida, determinado por la oposición de un muelle que efectúa una fuerza sobre la mariposa en sentido opuesto a la entrada de aire.

Una mariposa de compensación está unida a la mariposa de medida; las oscilaciones de la presión debidas a la carrera de los pistones en cada cilindro no influyen en el valor de la medida.

La señal se produce por el funcionamiento de un potenciómetro que transmite al sistema de mando una tensión que corresponde al ángulo de apertura de la mariposa de medida.

La geometría del caudalímetro de aire permite una correlación logarítmica entre el caudal de aire y la posición angular, permitiendo así una gran precisión cuando se miden caudales pequeños de aire.

Un sensor de temperatura NTC que capta la temperatura del aire de admisión es instalado en el interior del caudalímetro de aire. Este sensor se utiliza para conocer la densidad del aire, ya que ésta varía según la temperatura.

El potenciómetro de regulación de CO está montado en un orificio del cuerpo del caudalímetro

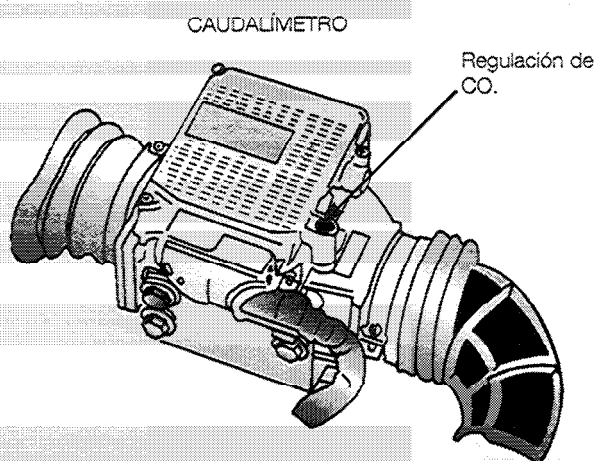


fig. 37



de aire. La regulación es posible tan sólo al ralentí hecho que es autorizado por el potenciómetro de mariposa.

La sonda de temperatura y el potenciómetro de regulación de CO transmiten sus señales a la unidad electrónica de mando; la sonda permite la regulación del tiempo de inyección de carburante en base a la relación variable de aire/peso, mientras que el potenciómetro de regulación realiza un ajuste de la relación de mezcla que permita una combustión completa de la mezcla.

REGULACIÓN LAMBDA

La sonda lambda es la encargada de informar permanentemente a la unidad electrónica de control mediante una señal eléctrica sobre el grado de mezcla que está recibiendo el motor y que toma, como referencia, de los gases de escape.

Consta de un cuerpo cerámico de bióxido de circonio, recubierto de una ligera capa de platino y dispuesto dentro de un tubo protector alojado en un

cuerpo metálico que permite su montaje entre el colector de escape y el catalizador.

El funcionamiento de la sonda lambda se basa en las propiedades del bióxido de circonio en ser conductor de iones de oxígeno a temperaturas superiores a los 300 °C. En tales condiciones se genera una tensión proporcional a la diferencia de concentración de oxígeno en los dos ambientes (interior y exterior del tubo de escape) informando a la centralita mediante valores que van de 200 a 800 mV.

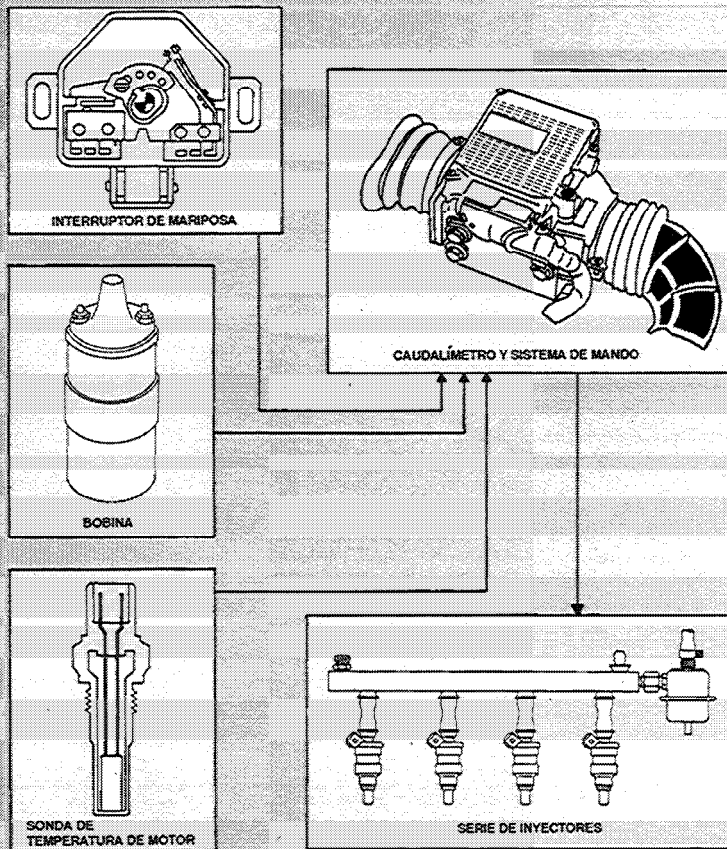
CENTRAL ELECTRÓNICA

La central recibe la información de las distintas fases de funcionamiento del motor gracias a los componentes siguientes:

- Interruptor de mariposa
- Bobina: rpm motor
- Sonda de temperatura motor.

El análisis de estos parámetros permite pilotar 155 con precisión los inyectores.

fig. 38



SISTEMA LH - JETRONIC (fig. 39)

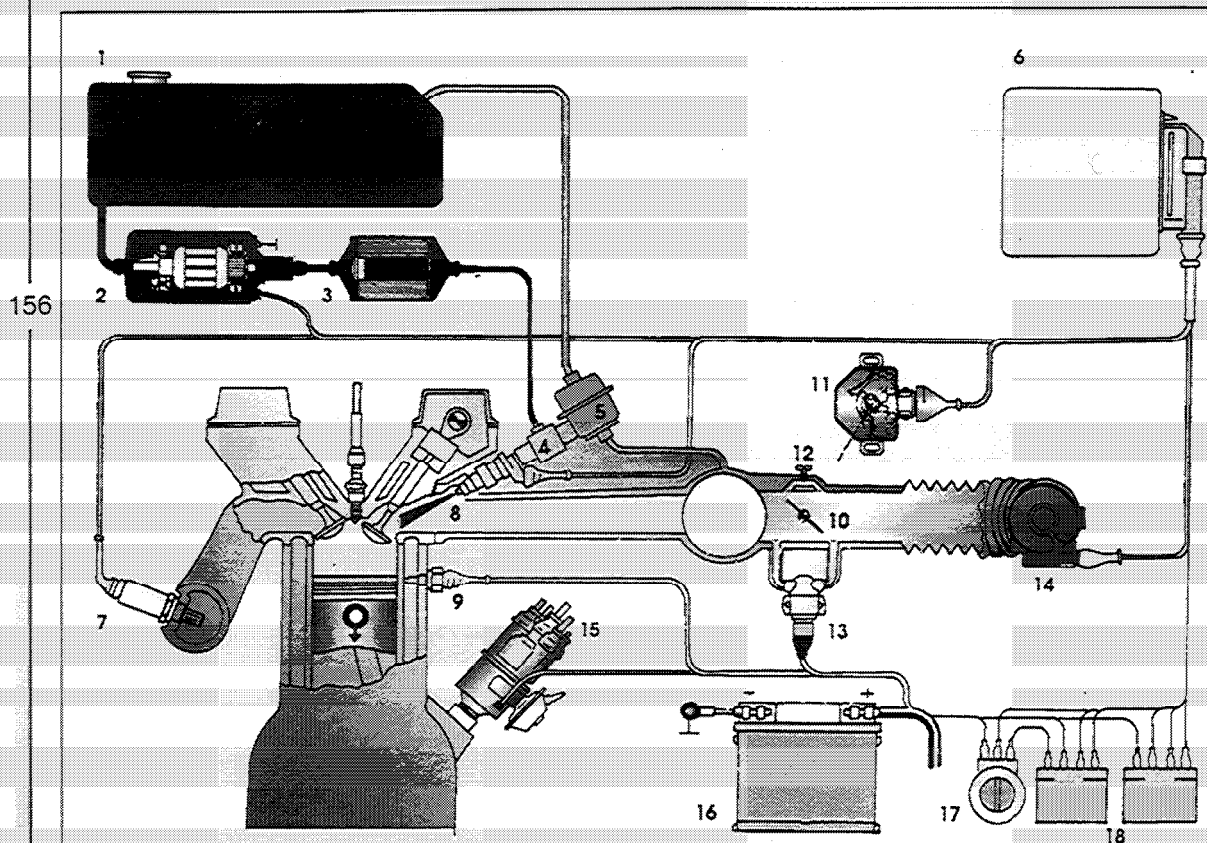
La estructura de este sistema corresponde a la estructura de base de L3-Jetronic. El caudalímetro mecánico ha sido reemplazado por el caudalímetro a hilo caliente que mide la masa de aire y emite una señal correspondiente al volumen de aire que circula.

Las medidas de volumen de aire de admisión basadas en el principio de mariposa variable

están sujetas a las imprecisiones debidas a la altitud o a las pulsaciones.

Ademas, las piezas móviles del caudalímetro a mariposa, están sujetas a la fatiga mecánica.

En este sistema la medida del aire es totalmente independiente de las variaciones de su densidad, ya que el volumen de aire aspirado es medido directamente por un hilo caliente.



- | | | |
|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1.- Depósito. | 8.- Inyector electromagnético. | 15.- Distribuidor. |
| 2.- Bomba eléctrica. | 9.- Sonda de temperatura. | 16.- Batería. |
| 3.- Filtro. | 10.- Válvula de mariposa. | 17.- Llave de puesta en marcha. |
| 4.- Rampa de alimentación. | 11.- Interruptor de mariposa. | 18.- Relé. |
| 5.- Regulador de presión. | 12.- Regulación de ralentí. | |
| 6.- Central electrónica. | 13.- Servorregulador de ralentí. | |
| 7.- Sonda lambda. | 14.- Caudalímetro de hilo caliente. | |

fig. 39

BOMBA ELÉCTRICA DE CARBURANTE (fig. 40)

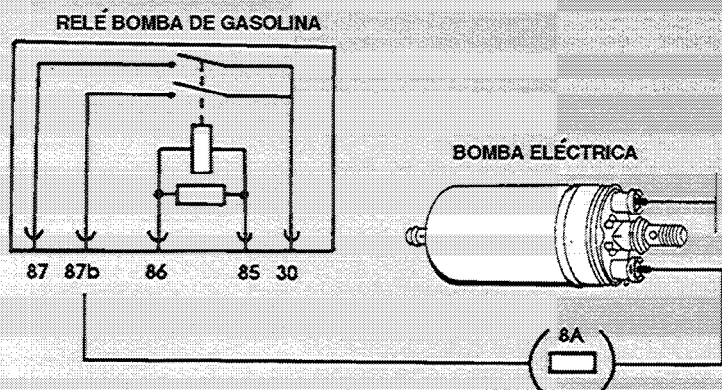


fig. 40

La bomba de carburante utilizada es del tipo centrífugo a imán permanente.

El esquema eléctrico de conexionado es el que vemos en la figura adjunta siendo la misma bomba y regulador de presión que los utilizados en el sistema LE3.

Un inyector está constituido por un cuerpo contenedor, un bobinado eléctrico (3), por un núcleo magnético (2) solidario a una aguja (1) que hace estanqueidad en la zona inferior del cuerpo del inyector.

El campo magnético creado por los impulsos eléctricos que envía la central electrónica provoca el desplazamiento vertical de la aguja y con ello la salida intermitente de gasolina.

INYECTORES ELECTROMAGNÉTICOS

El carburante es dosificado por los inyectores situados sobre los distintos conductos antes de la válvulas de admisión (fig. 41 y 42).

El tiempo de abertura del inyector es determinado por la central electrónica.

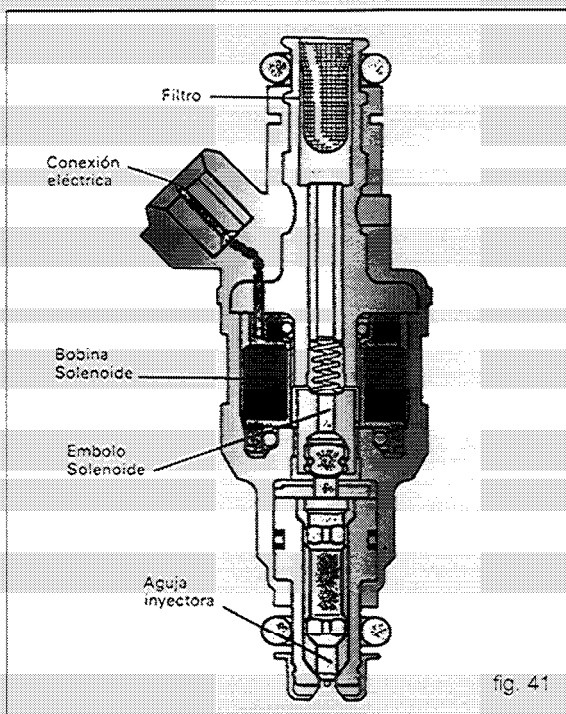


fig. 41

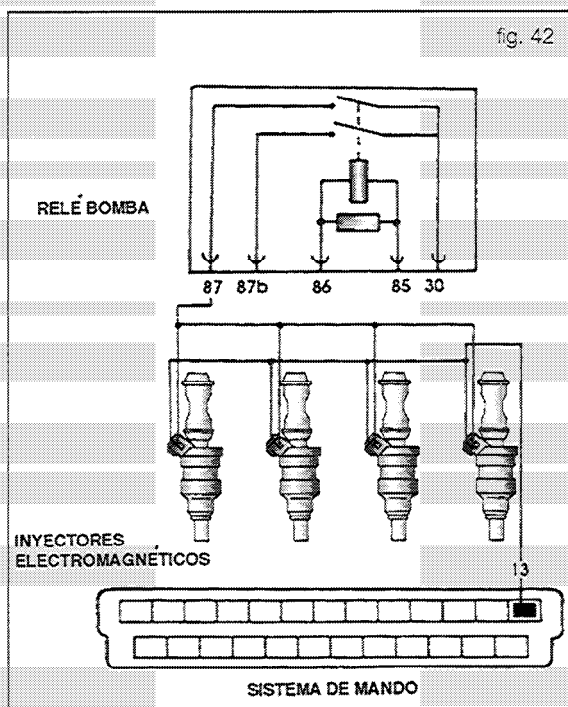


fig. 42

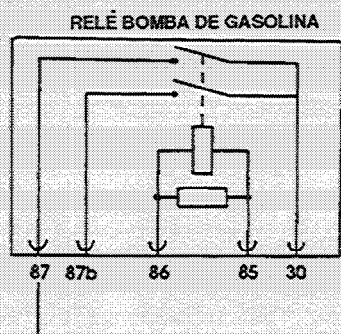
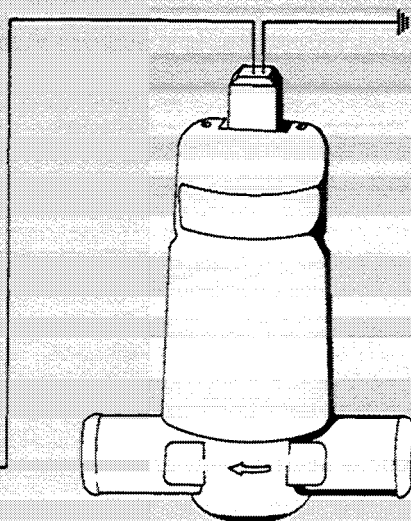


fig. 43



SERVORREGULADOR DE RALENTÍ

SERVORREGULADOR DE RALENTÍ

SONDA DE TEMPERATURA DE MOTOR

El servorregulador de ralentí es un *bypass* de aire comandado por la central electrónica y alimenta al motor con un volumen de aire determinado establecido por el microprocesador del sistema de mando electrónico en función de las señales de entrada (fig. 43).

La sonda de temperatura capta la temperatura del líquido de refrigeración, transmite a la centralita de inyección una información que le permite de conocer la temperatura de funcionamiento del motor y así poder realizar las estrategias de arranque en frío, estabilización de ralentí y *cut off* (corte de inyección en deceleración) (fig. 44).

Es la misma que la que se utiliza en el sistema LE3-Jetronic.

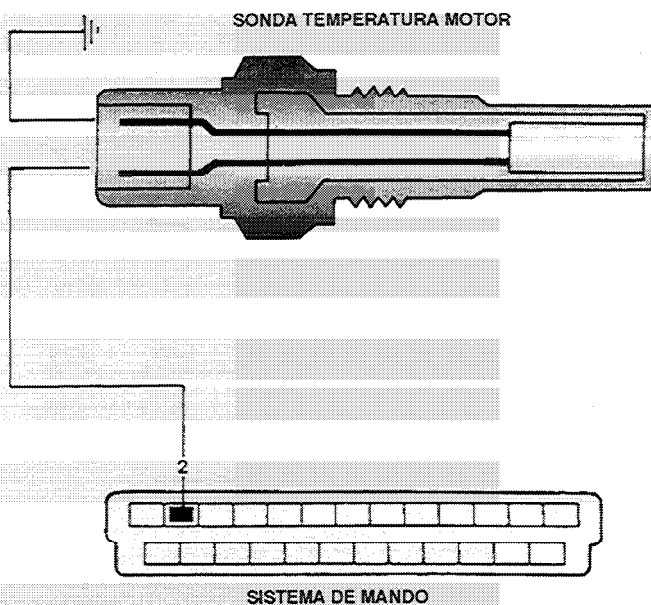


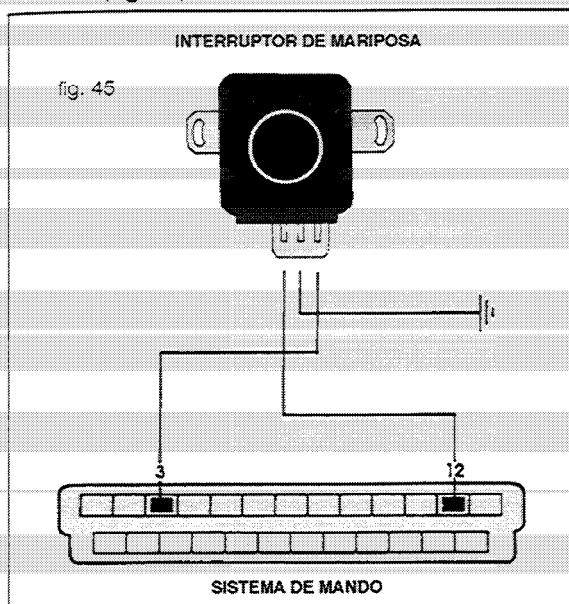
fig. 44



INTERRUPTOR DE RALENTÍ

El interruptor de mariposa informa al sistema de mando que la mariposa está en la posición de ralentí o plena carga. Este interruptor está fijado en el cuerpo de mariposa y es accionado por el eje de la propia mariposa. Un contacto eléctrico cierra el circuito al final de cada posición ralentí o plena carga.

Es el mismo que el utilizado en el sistema LE3 Jetronic (fig. 45).



CAUDALÍMETRO A HILO CALIENTE

(fig. 46)

El funcionamiento del caudalímetro a hilo caliente para medir la masa de aire se basa en el principio de la temperatura constante. El hilo forma parte de un circuito con estructura de puente de *wheatstone* donde la tensión diagonal está ajustada a cero con el sistema en reposo.

Cuando el volumen de aire aumenta, el hilo se enfría y la resistencia disminuye modificando el valor de tensión en diagonal del puente de medida.

Hay una estrecha relación entre el volumen de aire y la corriente que circula por el filamento de manera que se puede establecer la medida de la masa de aire aspirado.

La sección reducida del hilo permite obtener constantes respuestas del sistema en milisegundos.

El resultado representa una ventaja muy importante debido a que en caso de pulsaciones de aire, sólo la masa real es medida evitando los errores que se producen en los caudalímetros de mariposa.

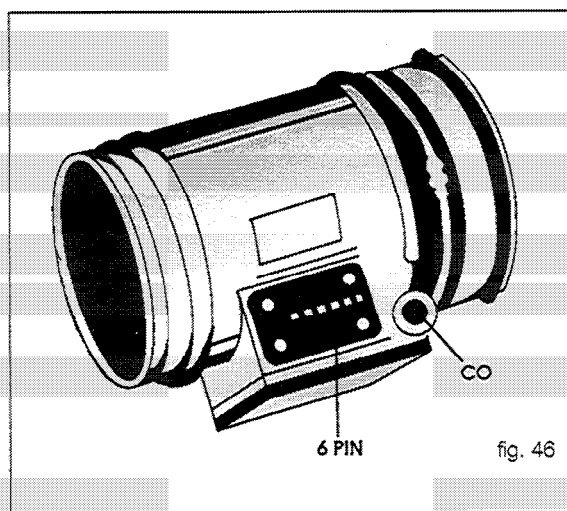
El único error posible es el producido por los flujos de aire en situaciones de regímenes bajos y mariposa totalmente abierta. Este error puede ser compensado por dos sistemas electrónicos:

Una resistencia de precisión que mide la corriente del filamento que representa la caída de tensión. Los valores óhmicos del hilo caliente y de la resistencia de medida son estabilizados de manera que la corriente del filamento esté comprendida entre 500 y 1200 mA en función del aire que circule.

De otra parte el circuito de medida en estructura de puente recibe tan sólo una pequeña parte de la corriente del filamento debido a que se utilizan resistencias de valor óhmico elevado. El mismo principio es válido para la resistencia de compensación de la temperatura, siendo su valor de aproximadamente 500 ohmios. La resistencia de compensación debe no tan sólo tener un valor estable, debe además resistir a la corrosión y tener un tiempo de respuesta corto. Una resistencia de platino satisface estas exigencias.

La sonda de temperatura compensa la variación de la temperatura del aire de admisión. Vista la importancia de la influencia de la temperatura, la compensación se debe producir rápidamente. Las experiencias realizadas demuestran que una constante de tiempo de 3 sg. es suficiente para asegurar una adaptación correcta de la señal de salida de la sonda a la temperatura del aire de admisión.

Debido a que la señal de salida puede ser modificada por la suciedad del hilo caliente, se realiza un procedimiento de autolimpieza, esto es realizado eléctricamente alimentando el hilo caliente hasta alcanzar una temperatura elevada durante unos pocos segundos y después de cada paro del motor.



Despiece de un caudalímetro a hilo caliente para la medida de la masa de aire (fig. 47)

1. Conexiones eléctricas.
2. Circuito electrónico de control.
3. Conducto.
4. Anillo.
5. Hilo caliente.
6. Resistencia de compensación térmica.
7. Rejilla.
8. Cuerpo principal.

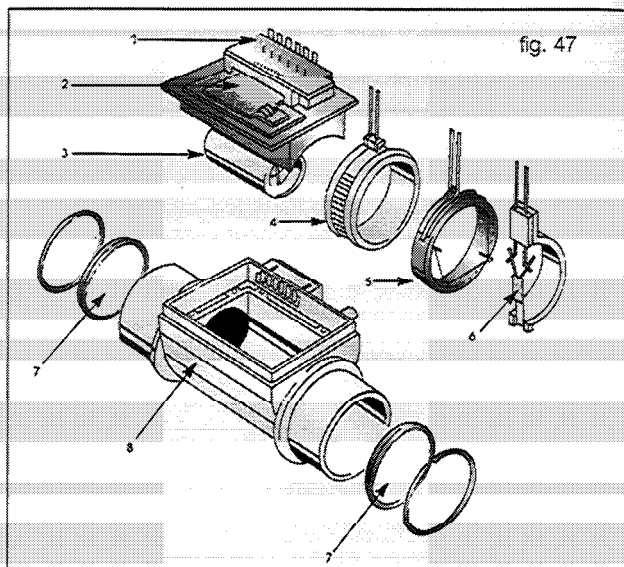
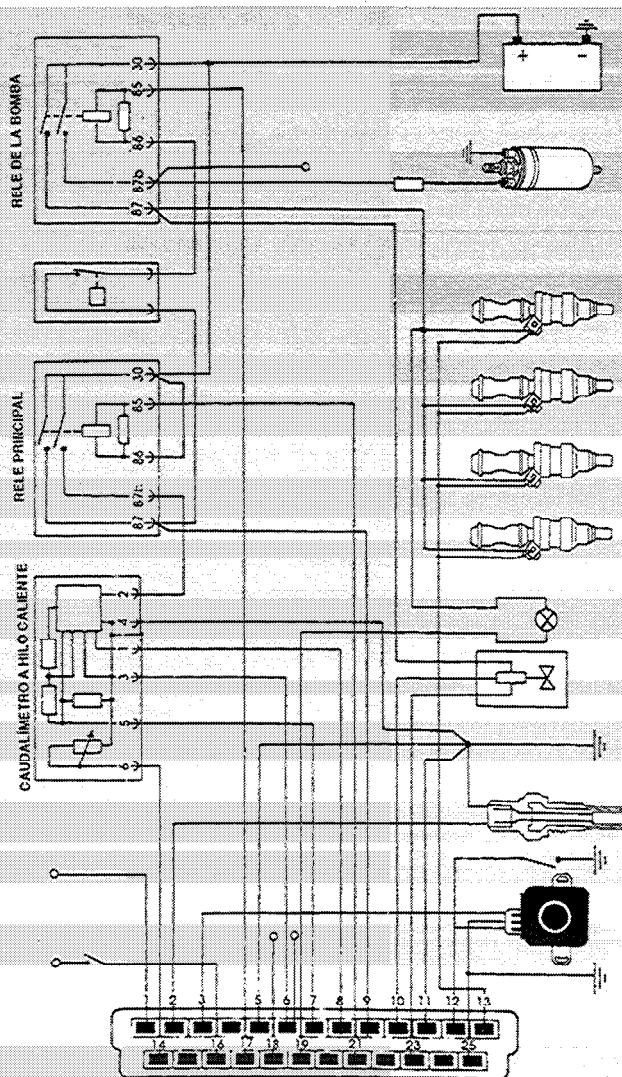


fig. 47

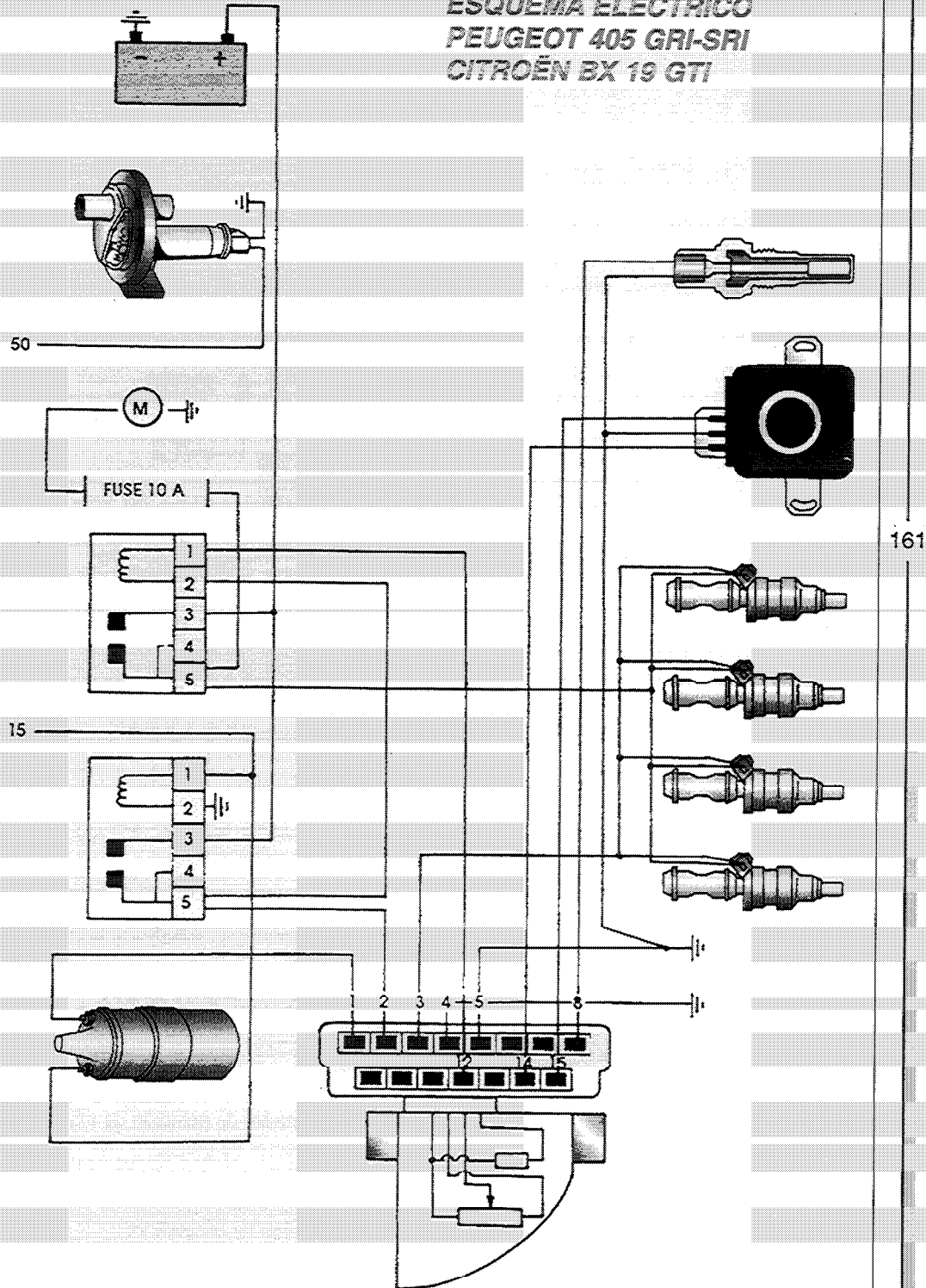
160



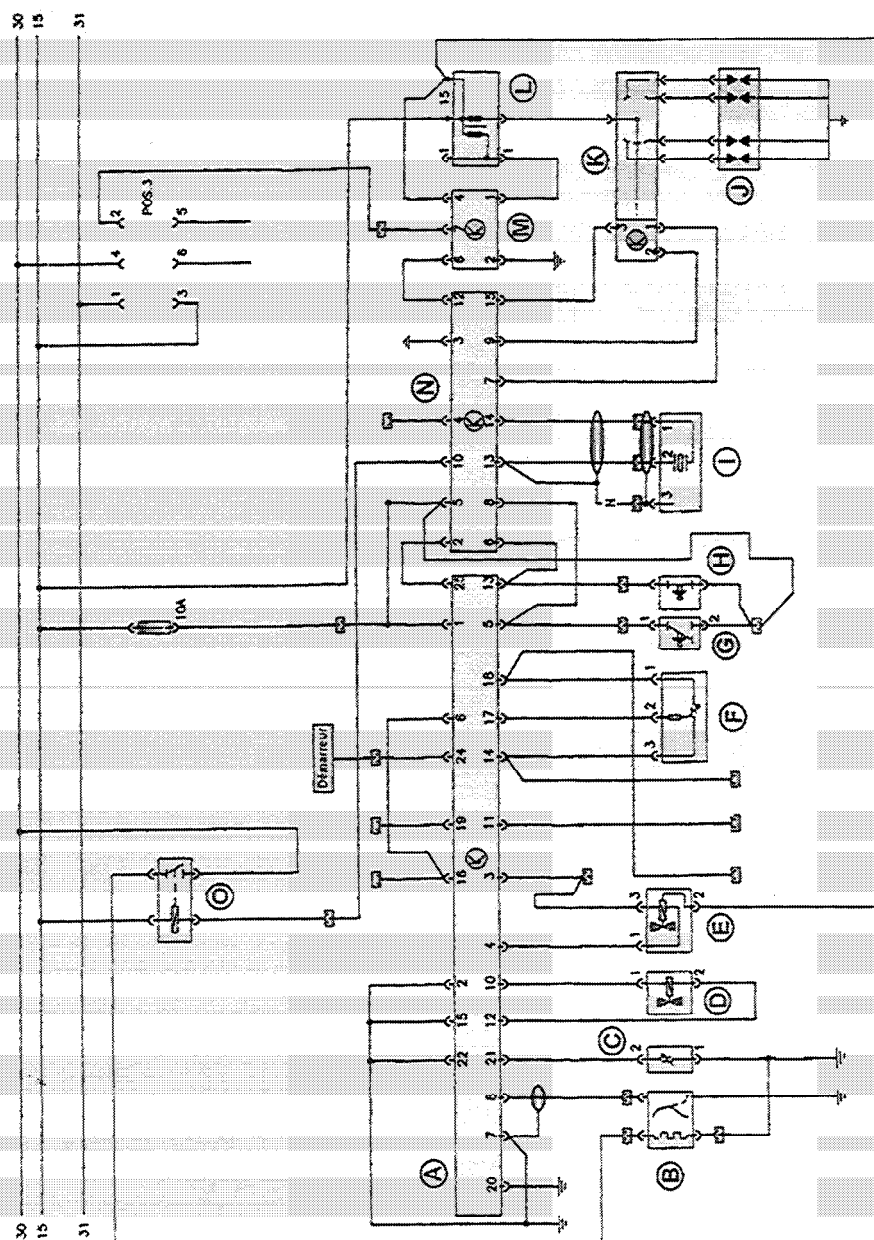
ESQUEMA
SAAB 900
TURBO 16 V



**ESQUEMA ELÉCTRICO
PEUGEOT 405 GRI-SRI
CITROËN BX 19 GTI**



ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN KE-JETRONIC (AUDI, SEAT)



- | | |
|---|--|
| A. Módulo electrónico de mando. | H. Captador de posición de mariposa (ralentí). |
| B. Sonda de oxígeno (lambda). | I. Detector de picado. |
| C. Sonda de temperatura. | J. Bujías. |
| D. Actuador de presión. | K. Encendido. |
| E. Actuador de regulación de ralentí. | L. Bobina de encendido. |
| F. Captador de posición de caudalímetro de aire. | M. Amplificador de encendido (TSZ-H). |
| G. Captador de posición de mariposa (en plena carga). | N. Módulo electrónico de encendido. |
| | O. Relé de alimentación. |

2) Motor frío, arranca pero se cala.

3) Motor caliente y no arranca.

4) Malos arranques en frío.

5) Malos arranques en caliente.

g) Funcionamiento Irregular durante el calentamiento.

...r arrenca, pero se cala-

regimen de valentí incorrecto.

Retorno de llama en el colector de escape.

10) Sacudidas en las aceleraciones.

111) Sacudidas en desaceleración:

12) Rates:

13) Potencia Insuficiente.

Excesso de consumo de gasolina.

15) Ralenti/CO no conformes.

16) Picado de bolas en aceleración.

17) Contenidos en HC y/o NOx muy elevados.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Causas posibles	Soluciones
																		Depósito de gasolina vacío	Llenar el depósito
	X		X															Bomba eléctrica de gasolina defectuosa	Control eléctrico/cambiar la bomba de gasolina
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X		Filtro de gasolina obstruido	Cambiar el filtro de gasolina, limpiar el tamiz
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X		Tubería de retorno de gasolina doblada o sucia	Revisar el montaje de la tubería
																		Presión de gasolina excesiva (presión del sistema)	Comprobar/cambiar el regulador de presión
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X		Presión de gasolina insuficiente (presión del sistema)	Comprobar/cambiar el regulador de presión
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X		Presión de mando excesiva	Comprobar/cambiar regulador calentamiento
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X		Presión de mando insuficiente	Comprobar/cambiar regulador calentamiento
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X		inyectores no estancos	Cambiar los inyectores
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X		inyectores parcialmente obstruidos	Cambiar los inyectores
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X		inyector de arranque en frío no funciona	Comprobar inyector arranque en frío y mando
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X		inyector de arranque en frío no estanco	Cambiar el inyector de arranque en frío
											X							Termocontacto temporizador defectuoso	Cambiar el termocontacto temporizado
				X				X					X	X	X	X		Captador de temperatura (del motor) defectuoso	Empalmar/cambiar el captador de temperatura
	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X		Reglaje incorrecto de la mariposa	Ajustar la mariposa
					X	X		X	X	X								Válvula de aire adicional no cierra	Comprobar/cambiar la válvula de aire adicional
				X	X	X		X	X	X					X	X		Colector de admisión/caudalímetro no estancos	Comprobar/cambiar el sistema de aspiración
								X	X	X			X		X	X		inyectores flojos	Fijar los inyectores
								X	X	X				X	X	X		Fugas en el escape	Remediar fugas del escape
														X	X	X		Bujías defectuosas	Cambiar las bujías
					X	X		X	X				X		X	X		Bobina defectuosa	Cambiar la bobina
	X	X	X	X					X	X			X					Unidad de control de encendido defectuosa	Cambiar la unidad de control
	X								X	X			X		X	X		Cables de encendido defectuosos	Cambiar las piezas defectuosas
													X			X		Mando del encendido fuera de tolerancias	Cambiar UCE del encendido
									X	X			X					Flexibles de depresión defectuosos	Cambiar las piezas defectuosas
								X	X	X			X					Corrector de avance defectuoso	Cambiar el distribuidor de encendido
	X	X		X	X			X	X	X			X		X	X		Punto de encendido desajustado	Ajustar el encendido
	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		Motor en mal estado	
	X		X	X	X													Carburante de mala calidad/inadecuado	Utilizar el carburante adecuado (p.ej. Súper)
			X	X	X		X	X	X	X			X			X		Renaleja del ralenti incorrecto	Ajustar el ralenti
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X			X			

El cuadro de búsqueda de averías que indicamos a continuación se utiliza para la rápida diagnosis de las anomalías.

Queja

- [illegible]

Antes de comenzar la búsqueda de cualquier avería en el sistema de inyección LE3-Jetronic, es necesario que se cumplan una serie de condiciones:

- Circuito de arranque correcto.
- Batería cargada.
- Encendido y filtro de aire en buen estado.

Para cada anomalía, proceder por eliminación con el orden indicado: 1, después 2, después 3, etc.

165

INYECCIÓN BOSCH K-JETRONIC

Principio de funcionamiento en un motor SEAT-VOLKSWAGEN (fig. 1)

La gasolina a presión es enviada de forma continua a los inyectores colocados justo antes de la válvula de admisión. Con la pulverización asegurada por el inyector, la cantidad inyectada es determinada por la presión de gasolina en función de la carga (depresión existente en el colector de admisión) y de la temperatura del motor. La corrección de la cantidad es asegurada por el distribuidor, gobernado por el caudalímetro de aire y un regulador de presión de mando sensible al valor de la depresión y a la temperatura del motor durante la fase de funcionamiento en frío.

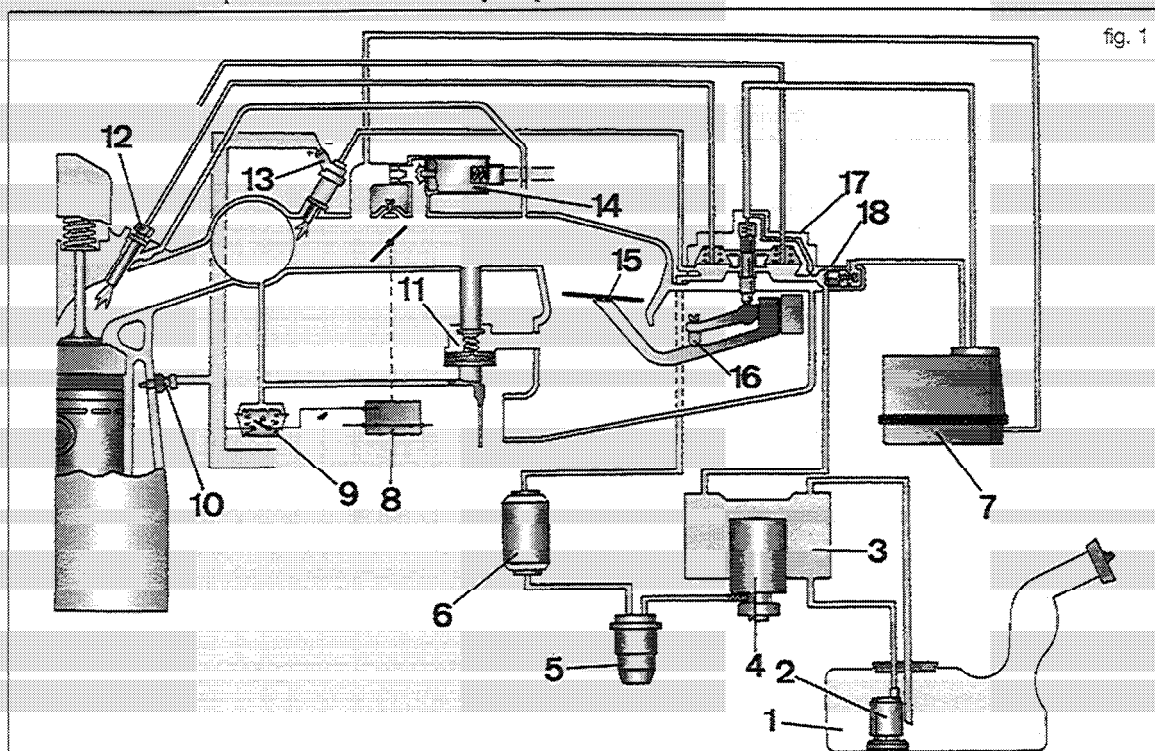
Marcha normal

La electrobomba aspira gasolina del depósito y la envía a una presión de aprox. 5 bar al distribuidor, pasando por un acumulador y un filtro.

La gasolina penetra en las cámaras inferiores

de las válvulas de lámina contra los tubos de salida del carburante. Por el interior del pistón, la gasolina a presión penetra en las cámaras superiores del distribuidor. El pistón, al desplazarse verticalmente, permite variar la sección de paso a las cámaras superiores. Cuando la presión superior junto con la presión del muelle se hacen mayores que la presión de alimentación, la válvula de lámina es empujada hacia la cámara inferior y deja libre el paso de la gasolina hacia los inyectores. Inmediatamente, baja la presión en la cámara superior y la lámina tiende a recuperar su posición. Se establece así un equilibrio de presión en el circuito que permite la alimentación continua de los inyectores. La cantidad inyectada es regulada mediante el movimiento del pistón, que depende del desplazamiento del plato del caudalímetro y de la presión de mando en su parte superior. Esta presión es alimentada por la presión de alimentación y ajustada por el regulador de presión de mando.

166 del distribuidor a la presión de alimentación y empu-



ESQUEMA DE PRINCIPIO DE LA INYECCIÓN K-JETRONIC.

1. Depósito de carburante - 2. Bomba de cebado - 3. Reserva de acumulación - 4. Bomba principal - 5. Acumulador de presión - 6. Filtro de carburante - 7. Regulador de fase de calentamiento - 8. Contactador de mariposa - 9. Interruptor de diferencia de presión - 10. Termointerruptor temporizado - 11. Válvula de corte en deceleración - 12. Inyector - 13. Inyector de arranque en frío - 14. Regulador de ralentí - 15. Plato sonda - 16. Tornillo de reglaje de CO - 17. Dosificador distribuidor - 18. Regulador de presión.



Arranque en frío y ralentí

La electrobomba asegura una presión inmediata del circuito. Al poner el motor en marcha y durante un período prefijado en función de la temperatura, el inyector de arranque en frío pulveriza gasolina a la presión de alimentación en el colector de admisión. Una válvula de aire adicional de mando eléctrico al nivel de la mariposa asegura el ralentí acelerado. El enriquecimiento en frío se produce al hacerse más fácil la subida del pistón del distribuidor cuya presión de mando queda debilitada por el regulador. En frío, el bimetálico tira de la válvula de fuga del regulador de presión de mando.

Al ralentí, la válvula controlada electrónicamente, según la temperatura del motor y su velocidad, deja pasar la cantidad de aire suficiente para asegurar un ralentí de 750 a 850 rpm. En frío, se incrementa el valor del ralentí.



fig. 2

Conexión del manómetro para la medición de las presiones.

Arranque en caliente

A fin de evitar la evaporación en el circuito de inyección, éste es mantenido bajo presión cuando el motor se para, mediante la acción del acumulador.

Control de las presiones

Colocación del manómetro (fig. 2)

- Utilizar un manómetro equipado con un racor con grifo que permita medir la presión de paso y la presión a la entrada.
- Conectar el manómetro entre el dosificador distribuidor y el conducto de presión de mando del corrector de calentamiento.
- Purgar el circuito del manómetro: arrancar el motor, con el manómetro en posición de control de la presión de paso, y dejar el manómetro colgando.

Presión de mando

Motor frío

Nota: El motor debe estar frío y la temperatura ambiente debe estar comprendida entre 20 y 30°C.

- Desenchufar el conector en el corrector de calentamiento.
- Colocar el manómetro de presión de gasolina y colocar el grifo en posición abierta.
- Arrancar el motor, dejarlo funcionar al ralentí, medir la presión y compararla con los valores prescritos por el fabricante.

Motor caliente

- Poner el motor a su temperatura de funcionamiento.
- Comprobar que el conector del corrector de calentamiento está enchufado y el grifo del manómetro, abierto.
- Observar la presión y compararla con los valores prescritos.
- En caso de valores incorrectos, efectuar un diagnóstico con ayuda del cuadro de localización de averías.

Presión de alimentación (fig. 3)

- Comprobar el caudal de la bomba de gasolina.
- Colocar en posición el manómetro de presión de la gasolina.
- Poner el grifo en posición de medición de la presión de entrada (paso cerrado).
- Poner el motor en marcha y dejarlo funcionar en régimen de ralentí.
- Observar la presión y compararla con los valores prescritos.
- En caso de valores incorrectos, sacar el tapón del cabezal distribuidor para cambiar las arandelas de reglaje. Aumentar el espesor para aumentar la presión y actuar a la inversa si la presión es demasiado baja.

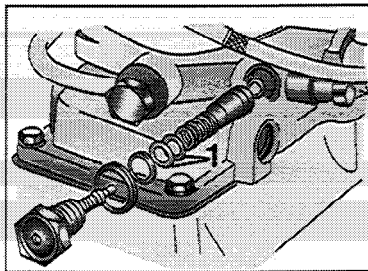


fig. 3

Reglaje de la presión de alimentación.
1. Arandelas de reglaje.

Nota: Un aumento de espesor de 0,5 mm provoca una variación de presión de 0,3 bar.

- Si no es posible obtener un reglaje correcto es necesario consultar la tabla de diagnóstico de averías.

Presión remanente

- Poner el motor a su temperatura de funcionamiento.

- Colocar en posición el manómetro de presión de gasolina.

- Dejar funcionar el motor al ralentí.

- Colocar el grifo en posición de medición de

168 la presión de paso.

- Observar la presión (presión de mando).

- Quitar el contacto del encendido.

- Observar el descenso de presión de gasolina en función del tiempo y comparar con los valores prescritos.

- En caso de valores incorrectos, efectuar un diagnóstico con ayuda del cuadro de localización de averías.

Presión al parar el motor

- Poner el motor a su temperatura de funcionamiento.

- Conectar el manómetro de presión de gasolina.

- Colocar el grifo en posición de medir la presión de entrada (paso cerrado).

- Observar y comprobar la presión.

- Quitar el contacto del encendido.

- Observar inmediatamente la presión y compararla con los valores indicados.

Desmontaje y montaje del caudalímetro

Desmontaje

- Dejar caer la presión de gasolina en el circuito de inyección (desconectar el racor de presión de mando en el regulador de presión).

- Desconectar los racores de inyección del dosificador distribuidor.

- Sacar el manguito de conexión entre el caudalímetro y la caja de mariposa.

- Aflojar el distribuidor y el caudalímetro de la caja del filtro de aire y sacarlos.

- Si es preciso, separar el distribuidor del caudalímetro aflojando los tres tornillos colocados en el distribuidor. Tener cuidado de que no caiga el pistón de mando.

(En la figura 4 podemos ver las diferencias de componentes para los motores del K y el KE-Jetronic)

CIRCUITO DE AIRE (Motores KR y PL)

A. K-Jetronic (motor KR) - B. KE-Jetronic (motor PL)

1. Manguito de aspiración de aire caliente - 2. Caja - 3. Filtro - 4. Caudalímetro de aire - 5. Potenciómetro de caudalímetro de aire - 6. Captador de presión - 7. Fuelle de empalme - 8. Tuberías de aire - 9. Caja de las mariposas - 10. Contactor de mariposa - 11. Tornillo de reglaje del ralentí - 12. Tornillo de reglaje de CO - 13. Colector de admisión - 14. Regulador de ralentí - 15. Inyector de arranque en frío - 16. Válvula de corte en deceleración.

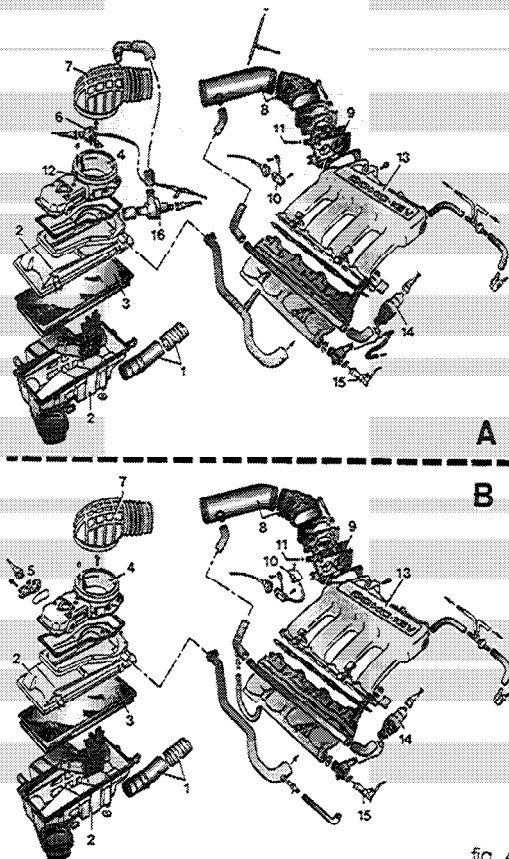


fig. 4



Montaje

- Colocar el conjunto de distribuidor y caudalímetro en la caja de filtro de aire.
- Colocar los tornillos de fijación.
- Empalmar los conductos de gasolina en el distribuidor (cambiar las juntas).
- Colocar el tubo de aire en el caudalímetro.
- Fijar el conducto de gasolina en el regulador de presión (cambiar las juntas).
- Ajustar el ralenti y el contenido en CO.

Control del plato sonda (fig. 5)

- Sacar el fuelle de empalme del caudalímetro.
- Comprobar que el caudalímetro, en reposo, tenga su borde superior en la base del cono (máximo 0,5 mm por debajo), en caso contrario, ajustar su posición doblando los resortes de tope.
- Comprobar el centrado del plato colocando sucesivamente en tres puntos una galga de 0,1 mm entre el plato y el cono.
- Si es preciso, aflojar el tornillo central y ajustar la posición del plato.
- Colocar el fuelle de empalme en el caudalímetro.



Control del centrado del plato sonda.

fig. 5

Montaje

Al montar, cambiar las juntas y humedecer con gasolina las juntas tóricas de los inyectores; efectuar el montaje invirtiendo el orden y el sentido de las operaciones de desmontaje.

Control de los inyectores

- Desconectar el cable de masa de la batería.
- Sacar los inyectores y colocarlos en probetas graduadas.
- Quitar el relé de la bomba de gasolina.
- Colocar un puente con interruptor en sustitución del relé (entre el + permanente y la alimentación eléctrica de la bomba).
- Conectar el cable de masa de la batería.
- Accionar el interruptor para poner la bomba en marcha.
- Los inyectores no deben perder gasolina durante al menos 2 minutos.
- Sacar el conducto de aire entre el caudalímetro y la caja de la mariposa.
- Levantar el plato sonda.
- Esperar a que una de las probetas se llene hasta un valor de referencia.
- Comparar las diferencias de caudal entre los inyectores en relación con los valores indicados por el fabricante.
- En caso de valor incorrecto, cambiar el inyector defectuoso.

Control del inyector de arranque en frío

Cambio y control de los inyectores

Desmontaje

- Sacar los tubos de los inyectores de sus tubos de guía.
- Sacar la brida de fijación de los inyectores al motor.
- Separar los inyectores con los tubos.
- Aflojar el racor del tubo al inyector.
- Separar el inyector.

- Efectuar el control con el motor frío.
- En la tapa del distribuidor de encendido, desconectar el cable de llegada de alta tensión y conectarlo a masa.
- Desenchufar el conector del corrector de calentamiento y conectar a masa el borne correspondiente al cable verde/blanco.
- Desenchufar el conector del inyector de arranque en frío.
- Conectar un voltímetro entre los bornes del conector del inyector.
- Accionar brevemente el motor de arranque y observar la tensión (mín. 11,5 V).
- Enchufar el conector en el inyector.
- Colocar el inyector sobre un recipiente graduado.
- Accionar el motor de arranque.
- Observar la duración de la inyección.
- Comparar con los valores indicados.

- En caso de valores incorrectos, comprobar el termocontacto y el inyector.

Reglaje del mando de acelerador

Reglaje de base de la mariposa

Atención: El tornillo de tope está ajustado en fábrica y no se debe mover. Sin embargo, si el reglaje ha sido alterado, proceder de la forma siguiente:

- Aflojar el tornillo de tope hasta que se despegue del tope.

- Volverlo a apretar hasta que empiece a tocar el tope y atornillarlo media vuelta más.

Para encontrar con precisión el punto de contacto, introducir una hoja de papel entre el tornillo y el tope.

- Bloquear la contratuerca.

Reglaje del cable del acelerador

- Comprobar que el cable no esté retorcido ni doblado.

- En posición de todo gas, debe quedar una carrera libre de máx. 1 mm entre la palanca de mariposa y el tope.

Atención: Hay que cambiar todo cable que se encuentre doblado.

Reglaje del ralenti y de la riqueza

Nota: Esta operación requiere obligatoriamente la utilización de un analizador de gases de escape. El reglaje de la tasa de CO influye en la riqueza de la mezcla en todo el intervalo de utilización del motor.

Reglaje del ralenti (fig. 6)

- Poner el motor a la temperatura de funcionamiento normal (aceite a 80 °C) y asegurarse de que no haya ningún aparato consumidor eléctrico en funcionamiento.

- Comprobar que el punto de avance está correctamente ajustado.

- Desenchufar el conector del regulador de ralenti.

- Conectar un cuentarrevoluciones.

- Desempalmar el tubo de recirculación de los vapores de aceite.

- Arrancar el motor.

- Comprobar el régimen de ralenti.

- Si es preciso, ajustar el régimen actuando sobre el tornillo.



Reglaje del contenido en CO (fig. 7)

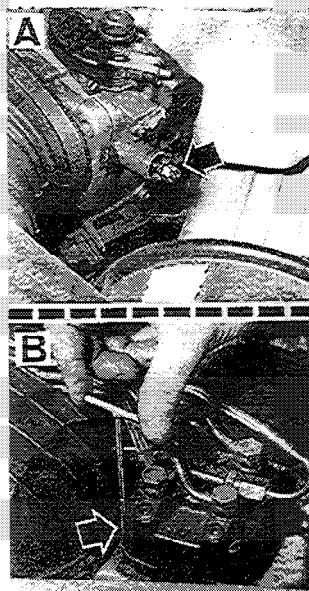
- Colocar en posición el aparato de control del contenido en CO y un cuentarrevoluciones.

- Poner el motor a su temperatura de funcionamiento.

- Hacer funcionar el motor en régimen de ralenti.

- Observar el valor de CO en ralenti y ajustarlo si es preciso actuando sobre el tornillo colocado debajo del precinto entre el distribuidor y el manguito de aire del caudalímetro. Utilizar una llave Allen de 3 mm, girando en sentido de las agujas del reloj para enriquecer y en sentido contrario para empobrecer.

Importante: No apoyarse en la llave al efectuar el reglaje.



Régimen de ralenti.
A. Tornillo de régimen - B. Tornillo de riqueza.



INYECCIÓN BOSCH KE-JETRONIC (fig. 8)

Constitución y funcionamiento

La concepción básica del KE-Jetronic se fundamenta (como el K-Jetronic) en un sistema de inyección de mando mecánico que dosifica el carburante en función de la cantidad de aire aspirado y lo inyecta en continuo delante de las válvulas de admisión del motor (fig. 8). A diferencia del K-Jetronic, el sistema KE-Jetronic detecta las diferentes condiciones de funcionamiento del motor por medio de captadores, cuyas señales de salida son analizadas por una unidad de control. Un regulador de presión electrohidráulico, incorporado al regulador de mezcla, influye a voluntad en la cantidad de carburante a inyectar.

Este sistema incluye igualmente el circuito de encendido que es gestionado por la unidad de control.

Las diferencias esenciales respecto al K-Jetronic son:

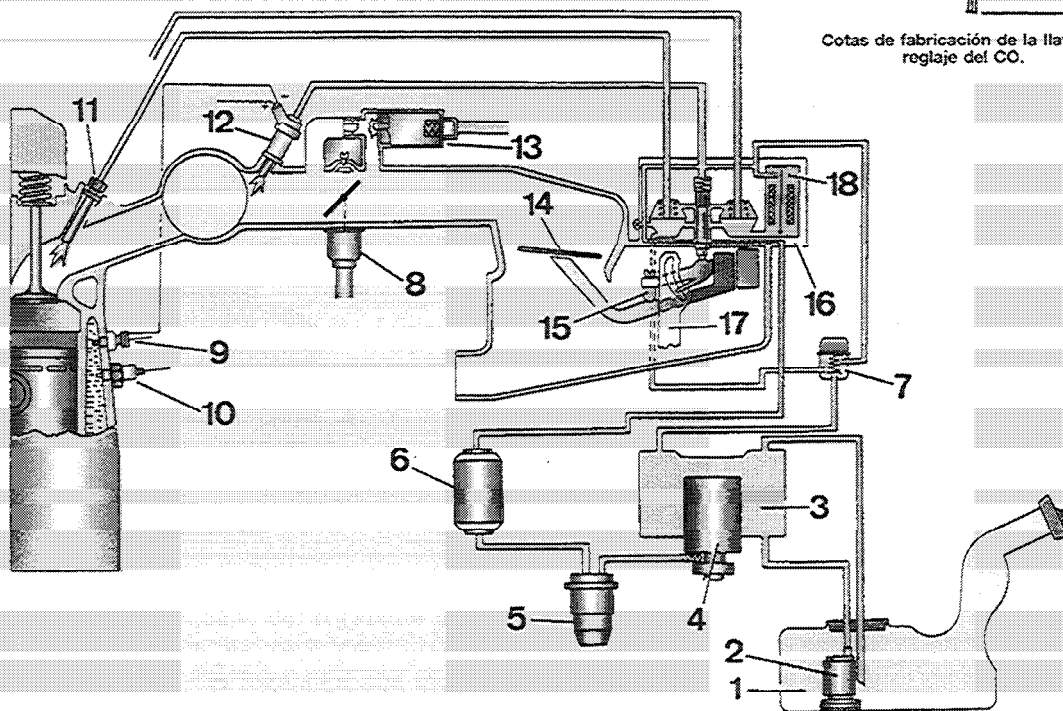
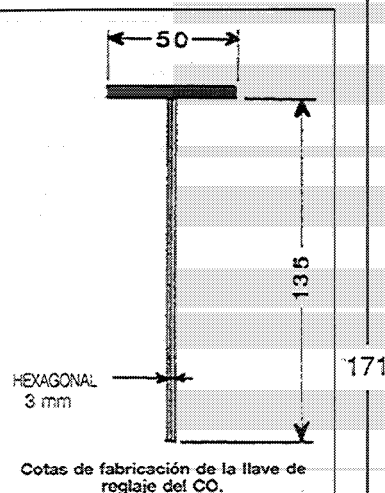
- Regulación automática del régimen de ralentí mediante la válvula reguladora.

- Determinación del punto de encendido por la unidad de control. El distribuidor de encendido sólo realiza la función de distribución a las bujías.

- Regulación de la presión de mando por un actuador gobernado por la unidad de control.

Las funciones de medición del caudal de aire y de dosificación del carburante son idénticas al sistema K-Jetronic.

fig. 8



ESQUEMA DE PRINCIPIO DE LA INYECCIÓN KE-JETRONIC

1. Depósito de carburante - 2. Bomba de cebado - 3. Depósito de acumulación - 4. Bomba principal - 5. Acumulador de presión - 6. Filtro de carburante - 7. Regulador de presión - 8. Contactador de mariposa - 9. Termocontacto temporizado - 10. Sonda de temperatura - 11. Inyector - 12. Inyector de arranque en frío - 13. Regulador de ralentí - 14. Plato sonda - 15. Tornillo de reglaje del CO - 16. Dosificador distribuidor - 17. Potenciómetro del caudalímetro de aire - 18. Actuador de presión.

Adaptación óptima a los diferentes estados de marcha

La necesidad específica de carburante en ciertos momentos difiere mucho del valor normal y se necesitan correcciones en la formación de la mezcla.

Gracias a captadores adicionales para la temperatura del motor y la posición de la mariposa (señal de carga), la unidad de control puede detectar y realizar estas funciones de adaptación más fácilmente que un sistema mecánico.

Calentamiento y fase posterior al arranque

El enriquecimiento depende de la temperatura del motor. Ésta es detectada por una sonda de temperatura. La unidad de control procesa esta señal y hace variar, por medio del deflector de mando electromagnético del actuador, la presión en las cámaras inferiores de los reguladores del dosificador distribuidor. El resultado es un aumento de la riqueza de la dosificación del carburante.

Aceleración

La señal de aceleración se origina en el desplazamiento del plato sonda del caudalímetro de aire. Esta señal, que corresponde a la variación de la potencia del motor, es captada por el potenciómetro del caudalímetro y procesada por la unidad de control.

Corte de alimentación en deceleración

El corte de la inyección, que se produce en deceleración y funciona sin brusquedad, depende de la temperatura del motor. La información de régimen procede del dispositivo de encendido. Cuando el motor está caliente, los umbrales de aceleración son lo más bajos posibles, a fin de economizar carburante. A baja temperatura, los valores de umbral aumentan para que el motor frío no se pare en caso de desembrague repentino.

Limitación del régimen

La entrada de carburante se puede interrumpir para limitar el régimen máximo del motor.

Ralentí

El regulador de ralentí es un accionador rotativo eléctrico de bobina (servomotor) equipado con una válvula rotativa. La bobina hace girar la válvula rotativa en el sentido de la apertura, actuando contra

la fuerza de un muelle que hace girar la válvula en sentido del cierre.

El regulador determina mediante su sección el caudal de aire cuando la mariposa está cerrada y, por lo tanto, el régimen. El regulador está gobernado por la parte "regulación" de la unidad de control. Sirve de variador para la regulación del ralentí y sustituye a la válvula de aire adicional durante el arranque en frío y el calentamiento. De esta manera, se puede mantener un régimen nominal determinado de ralentí con independencia de los estados de carga.

Controles y reglajes del contactor de la mariposa (fig. 9)

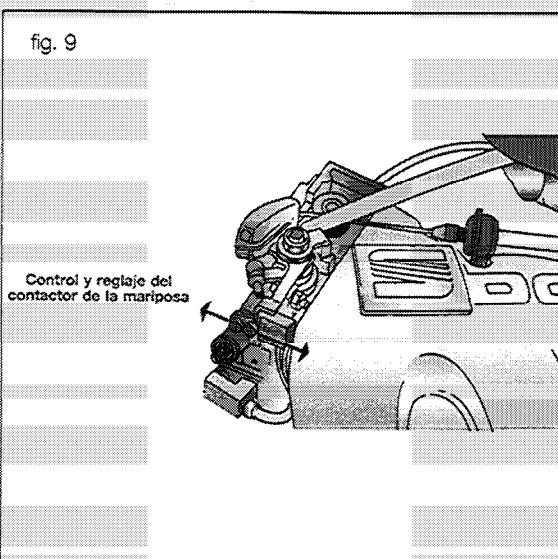
Control

- Desenchufar el conector de la mariposa.
- Medir la resistencia en el contactor de la mariposa:
- mariposa cerrada: 0 ohmios;
- mariposa abierta: resistencia infinita.

Reglaje

- Aflojar los tornillos de fijación del contactor.
- Interponer un galga de 0,1 mm entre la palanca de la mariposa y el tope.

fig. 9



- Desplazar el contactor hasta el punto de conmutación: se debe oír un chasquido.
- Fijar el contactor y comprobar el reglaje.
- Enchufar el conector.



Control de las presiones

Colocación del manómetro

- Utilizar un manómetro equipado con un racor con grifo que permita medir la presión de paso y la presión en la entrada.

- Empalmar el latiguillo del manómetro en la toma de presión dispuesta en el cabezal distribuidor.

- Desempalmar la tubería de alimentación del inyector de arranque en frío y empalmarla en el otro extremo del manómetro de medición (en el lado del grifo).

Presión de mando

- Colocar el grifo en posición abierta, arrancar el motor y dejarlo girar al ralentí.

- Medir la presión y compararla con el valor indicado en las "Características detalladas".

- En caso de que la presión sea demasiado baja, cambiar el regulador.

- En caso de que la presión sea demasiado alta, desempalmar la tubería de retorno, colocar el extremo en un recipiente y volver a efectuar el control.

- Si la presión vuelve a su valor normal, revisar la tubería de retorno y, si está correcta, cambiar el regulador.

Presión diferencial

- Cerrar el grifo del manómetro de medición.

- Desenchufar el conector del actuador de presión (junto al distribuidor).

- Arrancar el motor y hacerlo funcionar al ralentí.

- La presión diferencial medida en el manómetro debe ser de 0,2 a 0,5 bar inferior a la presión de mando.

- Si la presión no es correcta, desempalmar el conducto pequeño del regulador de presión y colocarlo en un recipiente graduado. Taponar el orificio del regulador con un tornillo adaptado.

- Desconectar el cable de alta tensión entre la bobina y el distribuidor y conectarlo a masa.

- Accionar el motor de arranque durante un minuto y medir el caudal correspondiente.

- Si el caudal no está comprendido entre 130 y 150 cm³, cambiar el actuador de presión.

Control de los inyectores

Las operaciones son similares a las de los motores con sistemas K-Jetronic descritos anteriormente.

Desmontaje y montaje del caudalímetro

Desmontaje

- Dejar caer la presión de gasolina en el circuito de inyección (desempalmar el racor de presión de mando en el regulador de presión).

- Desempalmar los racores de inyección en el dosificador distribuidor.

- Sacar el manguito de conexión entre el caudalímetro y la caja de la mariposa.

- Desenchufar los conectores eléctricos.

- Desatornillar el distribuidor y el caudalímetro de la caja del filtro de aire y sacarlos.

- Si es preciso, separar el distribuidor del caudalímetro aflojando los tres tornillos colocados en el distribuidor. Tener cuidado de que no se caiga el pistón de mando.

Montaje

- Colocar el conjunto de distribuidor y caudalímetro en la caja del filtro de aire.

- Colocar los tornillos de fijación.

- Empalmar los conductos de gasolina en el distribuidor (cambiar las juntas).

- Colocar el manguito en el caudalímetro.

- Fijar el conducto de gasolina en el regulador de presión (cambiar las juntas).

- Enchufar los conectores eléctricos.

- Ajustar el contenido en CO.

Control del plato sonda

Reglaje

Esta operación es común con la descrita para los motores con sistemas K-Jetronic descritos anteriormente.

Carrera en vacío

Es el juego entre el pistón de mando y la palanca de reglaje. Se mide entre el borde del plato sonda y la base del cono (lado del distribuidor) (fig. 10).

- Desconectar el cable de alta tensión de la tapa del distribuidor de encendido y conectarlo a masa.

- Accionar el motor de arranque durante 10 segundos para hacer subir la presión.

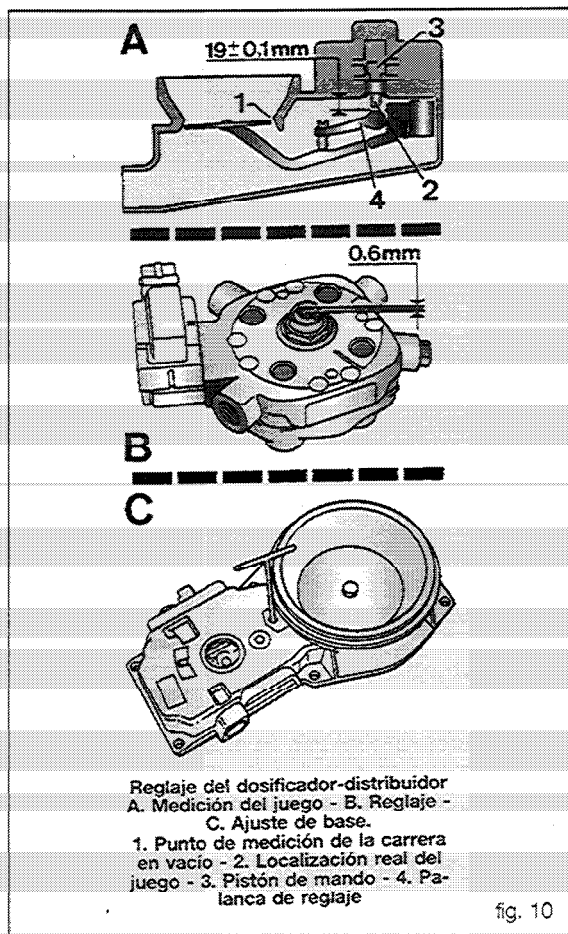


fig. 10

- Levantar el plato sonda hasta que se note resistencia y medir la carrera. Debe ser de 3 mm como máximo y ser perceptible como mínimo.

- Si la carrera no es la correcta, desmontar el dosificador-distribuidor y verificar la distancia entre el tornillo de tope y la tuerca hexagonal, que debe ser de 0,6 mm.

- Si no es correcta, apretar el tornillo para aumentar el juego y viceversa, correspondiendo 1/4 de vuelta a 1,3 mm de carrera del plato sonda.

- Después del reglaje, ajustar el ralentí.

Ajuste de base de la palanca de reglaje

Este ajuste es necesario cuando se ha cambiado el dosificador o el plato sonda.

- Con el dosificador-distribuidor desmontado y con ayuda de un calibre de profundidad medir la distancia en el cuerpo del plato sonda entre la superficie de apoyo del distribuidor-dosificador y el rodillo de la palanca de reglaje.

- Si el valor no es de $19 \pm 0,1$ mm, reajustarlo mediante el tornillo de reglaje de CO.

(En la figura 11 podemos ver los diferentes componentes para los sistemas K y KE-Jetronic).

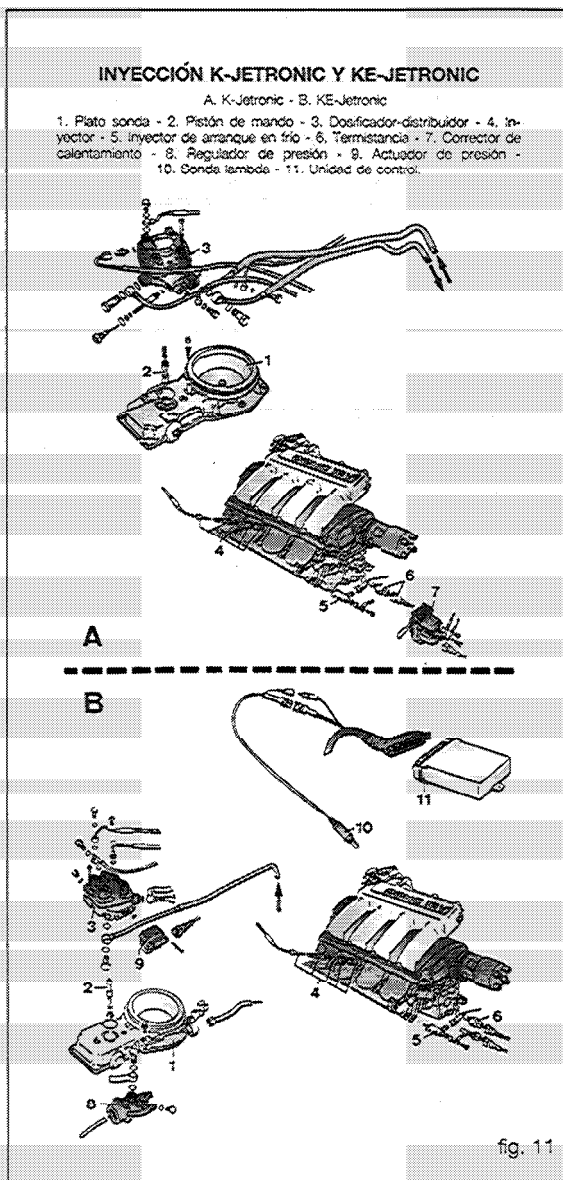


fig. 11



Reglaje del ralenti y del CO

El reglaje del ralenti es efectuado de manera automática permanentemente y no se puede modificar.

Reglaje del CO

- Conectar el aparato de control del CO al tubo de medición en el colector de escape.

- Arrancar el motor y dejarlo funcionar al ralenti.

- Medir el CO y corregirlo si es preciso actuando como se indica a continuación:

- Parar el motor.
- Desempalmar el tubo de ventilación del cárter del motor.

- Desempalmar el tubo de toma de depresión que va a parar al depósito de carbón activo.

- Conectar un amperímetro en serie al conector del actuador de presión.

- Dar contacto al encendido.

- Arrancar el motor y ajustar la intensidad a $2,5 \pm 0,5$ mA actuando sobre el tornillo de reglaje de CO. La situación del tornillo de reglaje y la llave son las mismas que las descritas para los motores KR.

Atención: Al efectuar el reglaje no empujar la llave hacia abajo, no acelerar cuando la llave esté colocada y, después de cada intento, retirar la llave y acelerar brevemente antes de medir la corriente de mando.

Controles eléctricos

Para estos controles, desenchufar el conector de la unidad de control y medir con un tester las resistencias y tensiones indicadas en los cuadros. En caso de resultado incorrecto, comprobar el circuito eléctrico antes de atribuir el fallo al órgano comprobado.

Controles eléctricos en los bornes de la unidad de control (inyección KE-Jetronic)

Prueba	Tester		Control	Borne de conexión	Observaciones	Valor prescrito
	V	Ω				
1	X	-	Tensión de alimentación de la unidad de control	1 y 2	Conectar al encendido	Tensión de batería
2	X	-	Tensión de válvula estabilizadora de ralenti	2 y 3 2 y 4	Conectar el encendido	Tensión de batería
3	X	-	Conmutador de plena carga	2 y 5	Conectar encendido Accionar mariposa en plena carga	Tensión de batería
4	X	-	Conmutador de ralenti	2 y 13	Conectar encendido Mariposa en pos. ralenti	Tensión de batería
5	X	-	Reglaje de régimen con aire acondicionado conectado	2 y 6 2 y 16 2 y 19	Encendido conectado Conectar aire acondicionado	Tensión bat. aprox.
6	X	-	Tensión de arranque para unidad de control	2 y 24	Accionar motor arranque	8 V mín.
7	-	-	Señal de Hall de la unidad de control VEZ	2 y 25	Conectar un diodo en lugar del tester	El diodo parpadea
8	-	X	Señal de sonda lambda	2 y 7	-	Continuidad
9	-	X	Unión a masa para caja mec. caja automática	2 y 22 6 2 y 9	-	Máx. $0,5 \Omega$
10	-	X	Puente de masa	2 y 15	-	Máx. $0,5 \Omega$
11	-	X	Unión a masa	2 y 20	-	Máx. $0,5 \Omega$
12	-	X	Señal de sonda lambda	2 y 8	Separar la toma hacia sonda lambda y poner a masa el borne macho Conectar cable de sonda lambda	Máx. $0,5 \Omega$ $\infty \Omega$
13	-	X	Resist. actuador presión	10 y 12	-	$17,5 \dots 21,5 \Omega$
14	-	X	Potenciometro plato sonda	14 y 17 17 y 18	Plato sonda en reposo	Menos de $1 \text{ k}\Omega$ Más de $4 \text{ k}\Omega$
15	-	X	Resistencia sonda temperatura líquido refrigerante	2 y 21	-	Ver "Características detalladas"

INYECCIÓN LE3-JETRONIC**Constitución y funcionamiento de la inyección**

Este sistema de inyección intermitente que funciona a baja presión es gobernado a partir de la velocidad de rotación y, por lo tanto, de la cantidad de aire aspirado por el motor (fig. 12).

El carburante, aspirado del depósito (1) por una bomba (2), es impulsado permanentemente a través de un filtro (3) hacia los inyectores (4). Un regulador de presión (5), tarado a 2.5 bar, en función de la presión existente en el distribuidor de admisión de aire, mantiene constante la presión del carburante en los inyectores para una presión dada en el distribuidor. Un amortiguador de pulsaciones (6), montado en la tubería de

carburante antes de la rampa de alimentación (7), atenúa los ruidos producidos por las variaciones de presión del carburante al abrirse y cerrarse los inyectores.

Para determinar las necesidades de combustible del motor y mantener una riqueza constante, la unidad electrónica de inyección (8), integrada en el caudalímetro (9), analiza las informaciones siguientes:

- Cantidad de aire aspirado: caudalímetro.
- Temperatura del aire de admisión: termistancia del caudalímetro (10);
- Velocidad de rotación y posición del motor: bobina de encendido (11);
- Temperatura del motor: termistancia (12);
- Posición de la mariposa: caja de contactores (13).

Constitución del dispositivo de inyección LE3-Jetronic.

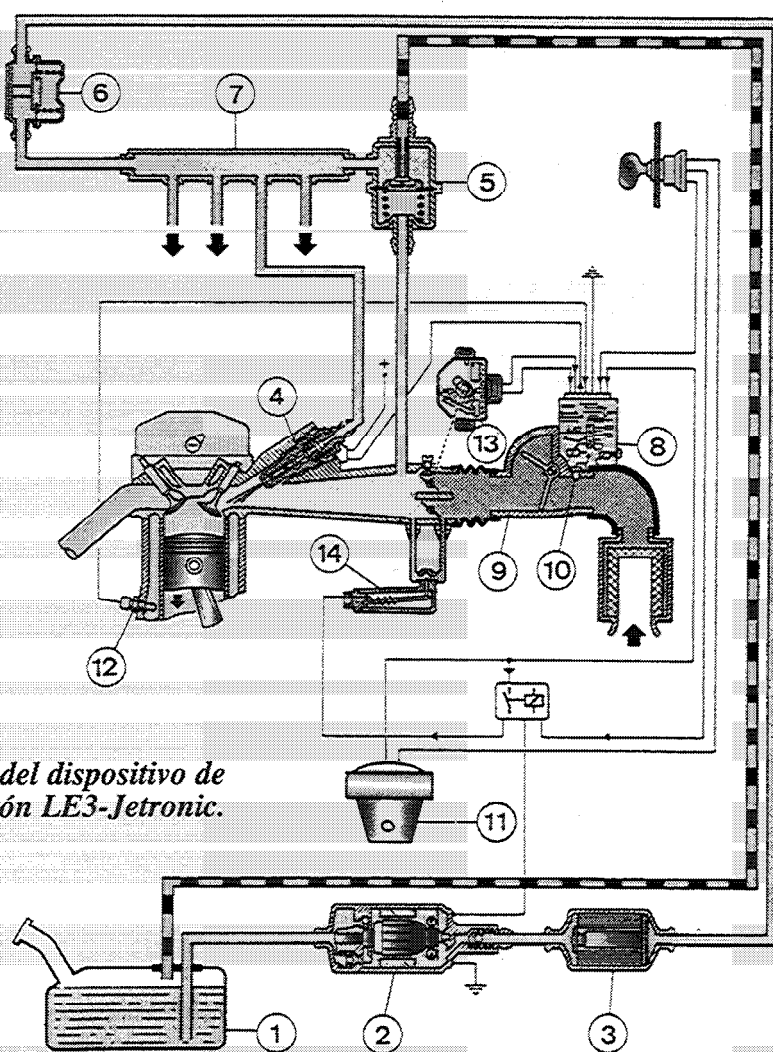


fig. 12



En función de este análisis, la unidad de control de la inyección acciona simultáneamente los inyectores, que pulverizan el carburante delante de las válvulas de admisión.

A fin de que no haya entradas de aire no contabilizadas por el caudalímetro, se debe garantizar un hermetismo perfecto en el conjunto del circuito de admisión de aire.

En el arranque en frío, el enriquecimiento lo realizan los inyectores principales.

El enriquecimiento lo calcula la unidad de control de inyección en función de los parámetros siguientes:

- Temperatura del motor inferior a 35 °C.
- Tiempo de acción sobre el motor de arranque.
- Régimen de motor.

Durante esta fase de arranque, la unidad de control transmite el doble de impulsos a los inyectores.

Paralelamente a este enriquecimiento, se debe aumentar la cantidad de mezcla aire-carburante. Esta función la realiza la caja de aire suplementaria (14).

- Proceder al reglaje de la caja de contactores de la mariposa (ver el apartado siguiente).
- Enchufar el conector de la caja de contactores.
- Enganchar el cable de acelerador y proceder a su reglaje.



fig. 13

Reglaje de la caja de contactores de la mariposa

Control y reglaje del dispositivo de inyección

Reglaje de la posición inicial de las mariposas (fig. 13)

Condiciones previas

- Desenganchar el cable de acelerador y desenchufar el conector de la caja de contactores de la mariposa.
- Aflojar los tornillos de la caja de contactores y hacerla girar en sentido contrario a las agujas del reloj.
- Apretar los tornillos de fijación.

Primer cuerpo

- Sacar el precinto de seguridad del tornillo de tope de la mariposa (1) y aflojarlo completamente.
- Apretar hasta que el tornillo toque la palanca (2).
- Apretar un cuarto de vuelta más.
- Colocar un precinto nuevo.

Segundo cuerpo

- Aflojar varias vueltas el tornillo de tope de la mariposa (3).
- Apretarlo hasta que toque la palanca (4).
- Apretarlo un cuarto de vuelta más.
- Bloquear la cabeza del tornillo (3) con una gota de sellador.

Condiciones previas

Reglaje correcto de la posición inicial de las mariposas.

Función y numeración de los bornes de la caja

Contacto del ralentí:

- Borne 2, cable 15;
- Borne 18, cable M16.

Contacto de plena carga:

- Borne 18, cable M16;
- Borne 3, cable 14.

Reglaje del contacto de posición de ralentí

- Aflojar los tornillos de fijación de la caja.
- Hacer girar la caja de contactores hasta el tope en el sentido de las agujas del reloj (visto desde la posición del conductor) e invertir el giro hasta percibir el sonido del contacto.
- Apretar los tornillos de fijación.

Control del contacto en posición de ralentí

- Desenchufar el conector.
 - Enchufar un ohmímetro en los bornes 2 y 18.
 - El ohmímetro debe marcar $R = 0$.
 - Acelerar: el ohmímetro debe indicar $R = \text{infinito}$.
- Si no es así, volver a empezar este reglaje.

Control del contacto en posición de plena carga

- Conectar un ohmímetro a los bornes 3 y 18.

- El ohmímetro debe indicar $R = \infty$
- Acelerar a fondo.
- El ohmímetro debe indicar $R = 0$.
- En caso de imposibilidad de obtener estos valores, cambiar la caja de contactores.
- Enchufar el conector.

Control del regulador de presión

- Desempalmar el tubo de depresión del regulador de presión.
- Accionar el interruptor de mando de la bomba.
- Anotar el valor de la presión de gasolina. Ejemplo: 2,5 bar.
- Empalmar una bomba de vacío al regulador de presión en vez del tubo de depresión.
- Aplicar una depresión de 0,5 bar (375 mm Hg).
- La presión de gasolina debe caer 0,5 bar, es decir: ejemplo: 2,5 bar - 0,5 bar = 2 bar.
- Si estos valores no son correctos, cambiar el regulador de presión.

Reglaje del régimen ralenti

- Actuar sobre el tornillo (1) para obtener el régimen prescrito.

Reglaje de la riqueza (fig. 14)

- Sacar el precinto taladrándolo con un destornillador.
- Actuar sobre el tornillo de reglaje (2) para obtener un contenido de:
 - $CO = 2 \pm 0,5 \%$;
 - $CO_2 = 12,5 \pm 5 \%$.
- Restablecer eventualmente el régimen de ralenti actuando sobre el tornillo (1).
- Colocar un precinto nuevo.

Reglaje de la riqueza.

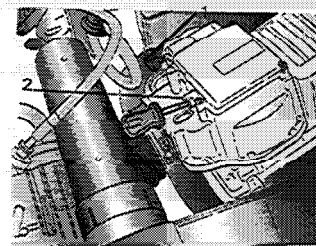


fig. 14

Esquema de componentes y su conexión a la unidad de mando.

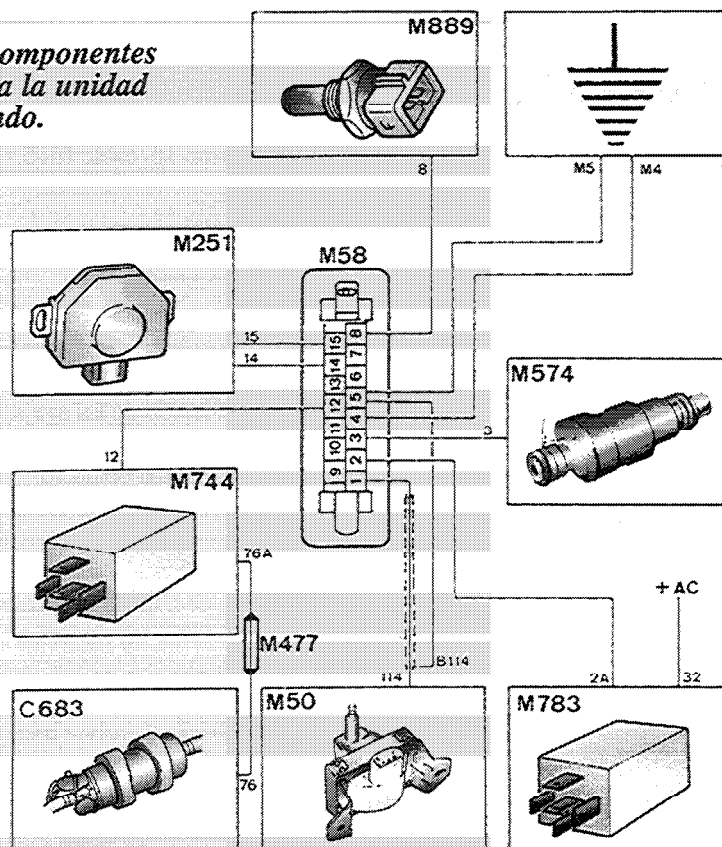


fig. 15



CONTROL EN LOS BORNES DE LA UNIDAD DE CONTROL DE INYECCIÓN

El control se efectúa a partir del conector desenchufado de la unidad de control de inyección (fig. 15). En ningún caso, las puntas del comprobador deben introducirse en los terminales del conector. Por consiguiente, hay que retirar el protector del conector y efectuar las mediciones en el lado de la entrada de los cables donde aparece la numeración de 1 a 15 de los diferentes bornes del conector.

Si estos valores son incorrectos, comprobar la continuidad de los diferentes circuitos eléctricos, los elementos correspondientes y su reglaje eventual.

Control	Borne	Condiciones de control y valores
Informaciones de encendido.	1 y 15	Contacto dado $U > 12 \text{ V}$.
Si el valor es incorrecto, comprobar: - la continuidad del circuito eléctrico. - el circuito primario de encendido (presencia de 12 V en los bornes 1 y 2 de la bobina).		
Alimentación de la UC inyección M58 por el relé M783.	2 y 5	Contacto dado $U > 12 \text{ V}$.
Mando del relé M744.	12 y 5	Contacto dado $U > 12 \text{ V}$.
Inyectores M574.	3 y cable suelto	Relé M744 desenchufado. Conectar en borne de conector que reúne los cables 76A y 27 un cable suelto. R (para cuatro inyectores) = 4Ω . R (para un inyector) = 16Ω .
Masa	4, 5 y masa	Batería desconectada $R < 1 \Omega$.
Termistancia inyección M889.	8 y 5	- 10°C $R = 8200 \text{ a } 1000 \Omega$. + 20°C $R = 2280 \text{ a } 2720 \Omega$. + 80°C $R = 290 \text{ a } 370 \Omega$.
Caja de contactores de mariposa M251.	14 y 5	Pedal de acelerador: en reposo: $R = y$ a fondo: $R < 1 \Omega$
	15 y 5	Pedal de acelerador: en reposo: $R < 1 \Omega$ a fondo: $R = \text{infinito}$

SISTEMA DE INYECCIÓN MONOPUNTO

Sistemas SPI, MIW, Mono-Jetronic

La característica principal de este sistema es la forma en que realiza la inyección mediante un solo inyector. Los diferentes variantes de sistema monopunto que describimos en el apartado teórico y práctico nos ofrecen las características utilizadas por los fabricantes. Las principales diferencias, como los sistemas multipunto, estriban en la forma de medir la cantidad de aire que entra en el motor. Los recursos más utilizados por los fabricantes son los que utilizan un sensor de presión absoluta (modelos SPI y MIW descritos en el apartado teórico) y los que aprovechan la información eléctrica que proporciona un potenciómetro situado en un extremo del eje de la mariposa de aceleración que se encarga de informar del ángulo de la mariposa, valor que sirve de referencia para determinar la cantidad de aire que pasa en cada momento (sistema Mono-Jetronic descrito en las prácticas).

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Citroën ZX/BX 1,6	MMFD Monopunto G5	1991-92
Citroën XM 1,9	MMFD Monopunto G5	1990-92
Citroën AX 1,0	Bosch MA3.0 Monopunto	1991-94
Citroën AX 1,4	Bosch MA3.0 Monopunto	1991-94
Citroën AX 1,1i	Bosch Monopunto A2.2	1993-1994
Citroën AX/ZX 1,4i	Bosch Monopunto A2.2	1991-94
Citroën Saxo 1,0 Bosch monopunto MA3.1	1996-	
Citroën saxo 1,1	Bosch Monopunto MA3.1	1996-
Fiat Regata 100S i.e.	Fiat SPI	1986-90
Opel Corsa-A 1,2i/1,4i	GM Multec SPI	1991-93
Opel Corsa-B 1,2i/1,4i	GM Multec SPI	1993-94
Opel Astra/Astra-F 1,4i	GM Multec SPI	1991-94
Opel Astra F 1,6	Multec-Central	1993-97
Opel Vectra B 1,6	GM Multec Central	1995-
Peugeot 205/309/405/1,6	MMFD Monopunto G5	1990-92
Peugeot 605 2,0	MMFD Monopunto G5	1990-92
Peugeot 106 1,1	MMFD G6 Monopunto	1993-
Peugeot 205 1,1	MMFD G6 Monopunto	1993-
Peugeot 205 1,6	MMFD G6 Monopunto	1992-94
Peugeot 306 1,1	MMFD G6 Monopunto	1993-
Peugeot 405 1,6	MMFD G6 Monopunto	1993-
Renault Clio 1,2/1,4	Bosch Monopunto SPI	1991-92
Renault 19 1,4	Bosch Monopunto SPI	1990-92
Renault Clio 1,2/1,4	AC Delco Monopunto	1994-
Renault Express 1,4	AC Delco Monopunto	1994-
Renault 19 1,4	AC Delco Monopunto	1994-
Renault Laguna 1,8i	Bosch monopunto	1994-
Renault R19 1,8i	Bosch Monopunto SPI	1992-94
Renault Clio 1,8i	Bosch Monopunto SPI	1992-94
Renault Clio 1,4	AC Delco Monopunto	1994-97
Renault Extra/Express 1,4	AC Delco Monopunto	1995-
Rover 820E/SE	Rover SPI	1986-90
Rover Metro 1,4 16V	Rover MEMS SPi	1990-92
Rover 214/414	Rover MEMS SPi	1989-92
Volkswagen Golf 1,8/Kat	Bosch Mono-Jetronic	1987-90
Volkswagen Jetta 1,8/Kat	Bosch Mono-Jetronic	1987-90
Volkswagen Passat, 18/Kat	Bosch Mono-Jetronic	1988-90



INYECCIÓN ELECTRÓNICA SPI (MONOJETRONIC)

El sistema de inyección con un solo inyector llamado SPI inyecta el carburante por intermitencia en el colector de admisión a una presión relativamente baja, permitiendo la realización de una mezcla controlada electrónicamente evitando toda pérdida (fig. 1).

Un sistema de comando electrónico calcula la cantidad de aire aspirado por el motor y la velocidad de rotación del mismo para calcular la cantidad de carburante a inyectar.

La presión del aire que entra en el colector de admisión es medida por un sensor de presión y enviada a la unidad central; al mismo tiempo se mide también la temperatura de este aire para tener en cuenta las variaciones de presión con la temperatura.

Un captador informa al sistema de comando electrónico del régimen de giro del motor, estando situado en el interior del distribuidor.

De esta manera, el sistema de comando ejecuta las funciones mencionadas anteriormente y adopta una estrategia de control constante de la relación de mezcla.

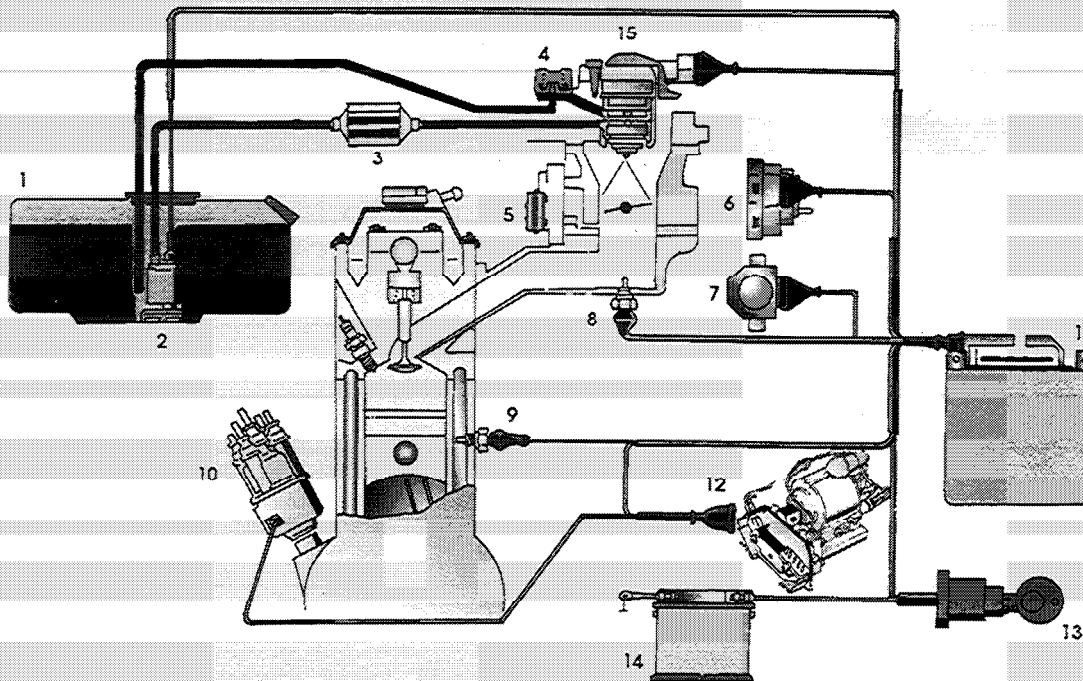
El inyector queda abierto el tiempo necesario para proporcionar al motor la dosificación correcta según la cantidad de aire aspirado.

Para realizar una puesta en marcha rápida en todas las temperaturas y para una buena utilización del vehículo (facilidad de aceleración y corte de carburante en fase de deceleración) el sistema de pilotaje está conectado a los dispositivos siguientes:

Motor paso-paso: regula el régimen de giro del motor a ralentí.

Captador de posición de mariposa: determina todas las posiciones angulares de la mariposa e indica rápidamente a la unidad todas las aceleraciones o deceleraciones además de la posición de ralentí del motor.

fig. 1 181



- 1.- Depósito.
- 2.- Bomba eléctrica de carburante.
- 3.- Filtro.
- 4.- Regulador de presión.
- 5.- Motor paso paso.

- 6.- Captador de presión absoluta.
- 7.- Potenciómetro de mariposa.
- 8.- Sensor de temperatura de aire.
- 9.- Sensor de temperatura motor.
- 10.- Sensor de RPM.

- 11.- Central de inyección.
- 12.- Módulo de encendido.
- 13.- Llave de contacto.
- 14.- Batería.
- 15.- Inyector electromagnético.

RELACIÓN AIRE-CARBURANTE

La dosificación o relación de mezcla resulta de la relación existente entre el peso de gasolina y el aire aspirado por el motor.

El consumo de carburante está alrededor de 1 Kg de gasolina por cada 15 Kg de aire o dicho de otro modo, será necesario disponer de 10.000 l de aire para consumir 1 l de gasolina.

El valor exacto (teóricamente) para una combustión completa, o relación estequiométrica es de 14,7 Kg aire / 1 Kg de gasolina.

COMPOSICIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE

La combustión incompleta de carburante en los cilindros de un motor es directamente proporcional a la emisión de sustancias tóxicas en los gases de esca-

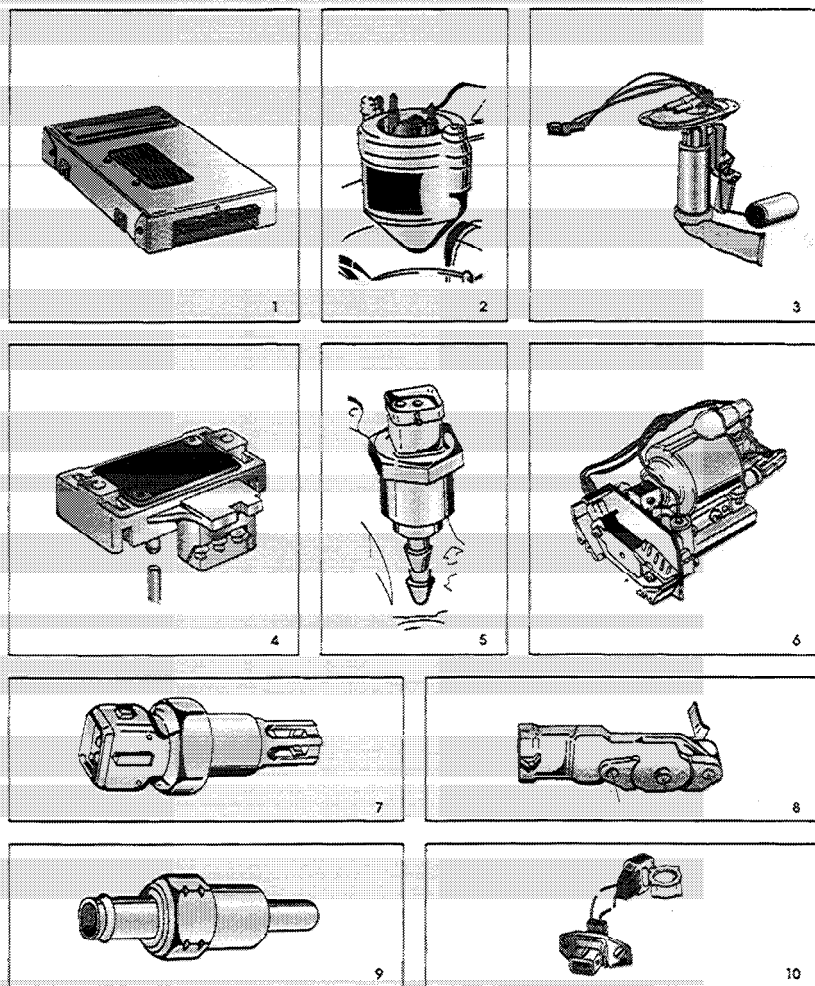
pe. Debido a que la combustión de un carburante no es completa, será necesario, para reducir la polución atmosférica, mejorar la composición de los gases de escape de los motores de combustión interna.

Todas las disposiciones legales relativas a la reducción de los gases contaminantes se establecen para limitar la emisión de sustancias tóxicas, siempre manteniendo un razonable consumo de carburante, excelentes prestaciones y un buen comportamiento en carretera.

Además de una cantidad de gases inofensivos, los gases emitidos por un motor contienen componentes que, en grandes concentraciones, son peligrosos para el medio ambiente.

Las sustancias tóxicas que se encuentran en los gases de escape de un motor de combustión interna son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO) y los hidrocarburos (HC).

fig. 2



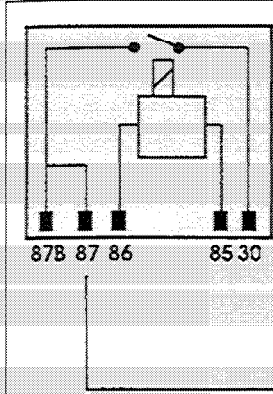
ESTRUCTURA DEL SISTEMA

- 1.- Central electrónica.
- 2.- Inyector electromagnético.
- 3.- Bomba eléctrica.
- 4.- Captador de presión absoluta.
- 5.- Motor paso a paso.
- 6.- Bobina y módulo de potencia.
- 7.- Sensor de temperatura de aire.
- 8.- Potenciometro de mariposa.
- 9.- Sensor temperatura motor.
- 10.- Sensor de fase.

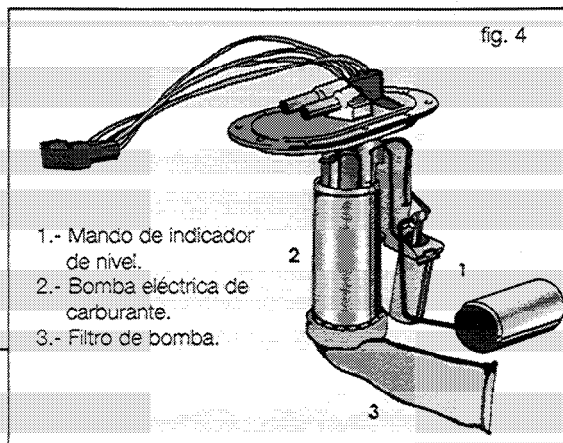
BOMBA ELÉCTRICA DE CARBURANTE (figs. 3, 4 y 5)

Un motor de corriente continua con excitación por imanes permanentes comanda una bomba de tipo centrífugo, formando parte integrante del indicador de nivel de carburante.

La bomba tiene dos válvulas que regulan el caudal y evitan que el sistema de alimentación se vacíe cuando el motor deje de funcionar.



RELÉ DE LA BOMBA



- 1.- Mando de indicador de nivel.
- 2.- Bomba eléctrica de carburante.
- 3.- Filtro de bomba.

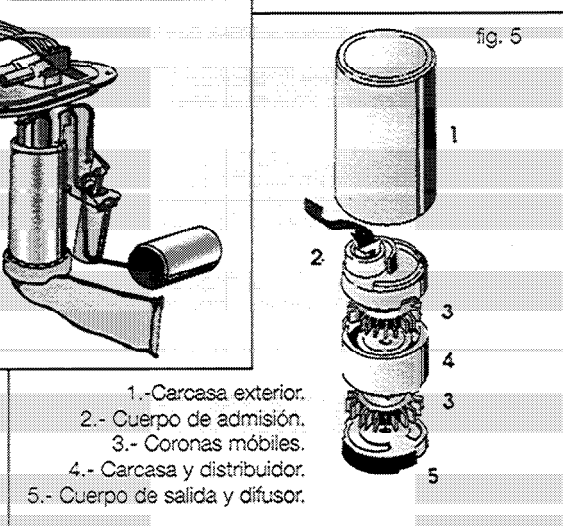
fig. 3

FILTRO Y REGULADOR DE PRESIÓN DE PRESIÓN (fig. 6)

El regulador de presión es del tipo mecánico a membrana, formando parte del cuerpo de inyección donde está alojado el inyector.

El regulador de presión está compuesto de una carcasa contenedora, un dispositivo móvil constituido por un cuerpo metálico y una membrana accionada por un muelle calibrado.

Cuando la presión de carburante sobrepasa el valor determinado, el dispositivo móvil se desplaza y



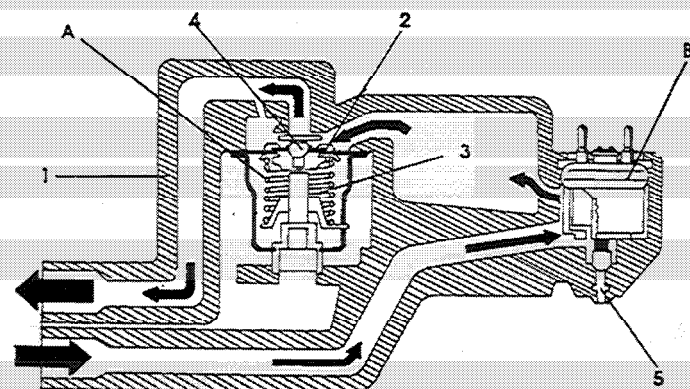
- 1.- Carcasa exterior.
- 2.- Cuerpo de admisión.
- 3.- Coronas móviles.
- 4.- Carcasa y distribuidor.
- 5.- Cuerpo de salida y difusor.

fig. 5

permite la apertura de la válvula que deja salir el excedente de carburante, retornando al depósito por un tubo.

Un orificio calibrado, previsto en el cuerpo de inyección pone en comunicación la cámara de regulación con el tubo de retorno, permitiendo así disminuir la carga hidrostática sobre la membrana cuando el motor está parado.

La presión de funcionamiento son 0,8 bar.



- A.- Regulador de presión.
- B.- Inyector electromagnético.
- 1.- Cuerpo metálico.
- 2.- Membrana.
- 3.- Muelle calibrado.
- 4.- Válvula.
- 5.- Surtidor calibrado.

fig. 6

INYECTOR ELECTROMAGNÉTICO

Está montado en el cuerpo de inyección, en el emplazamiento dispuesto en la parte superior del cuerpo de mariposa (figs. 7 y 8).

La cantidad de carburante inyectado depende del tiempo de apertura del inyector, pilotado por la central electrónica en función del caudal de aire medido por el captador de presión absoluta y de las condiciones de utilización del motor.

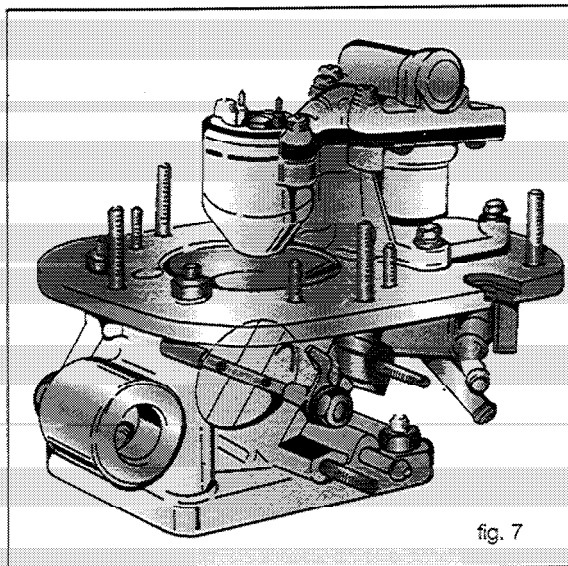


fig. 7

CAPTADOR DE PRESIÓN ABSOLUTA (fig. 9)

El captador de presión absoluta detecta las variaciones de presión en el interior del colector según los cambios de carga y velocidad de rotación del motor.

El captador está constituido por un diafragma realizado en materia aislante dentro del cual están emplazadas unas resistencias que forman un puente de *wheatstone*.

El diafragma está unido neumáticamente al colector de admisión por medio de un tubo de manera que las variaciones de presión actúan directamente sobre el diafragma provocando su deformación. Esta deformación actúa sobre el puente de resistencia variando la tensión de salida.

El puente de resistencia está formado por sensores piezoeléctricos que son sensibles a las deformaciones mecánicas.

La tensión de salida del puente es ajustada a las escalas de trabajo deseadas de manera que se obtiene una tensión final de salida comprendida entre 0-5 V siguiendo de manera proporcional la evolución de la presión desde vacío hasta presión atmosférica.

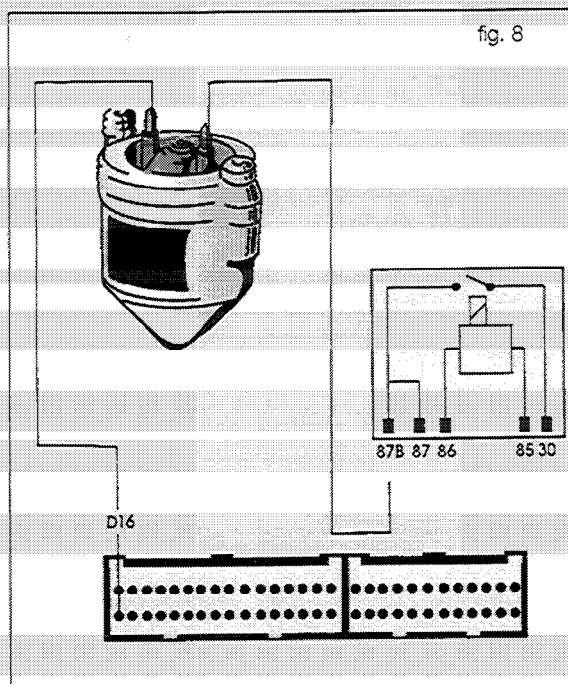


fig. 8

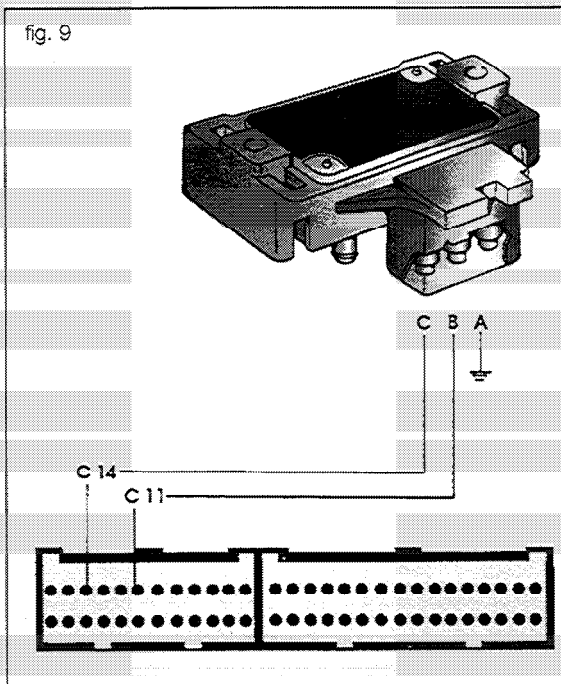


fig. 9



CAPTADOR DE ÁNGULO DE MARIPOSA (figs. 10 y 11)

El captador de ángulo de mariposa está situado en el exterior del cuerpo de inyección y está comandado por una leva fijada en el eje de mariposa.

El captador es un potenciómetro alimentado por la central electrónica a 5 V.

La variación de posición de mariposa hace variar la posición de la leva del captador, del cursor del potenciómetro y así la resistencia del circuito.

La señal en voltios, existente entre los bornes de la resistencia del potenciómetro llega a la central electrónica y determina así la abertura de la mariposa.

fig. 10

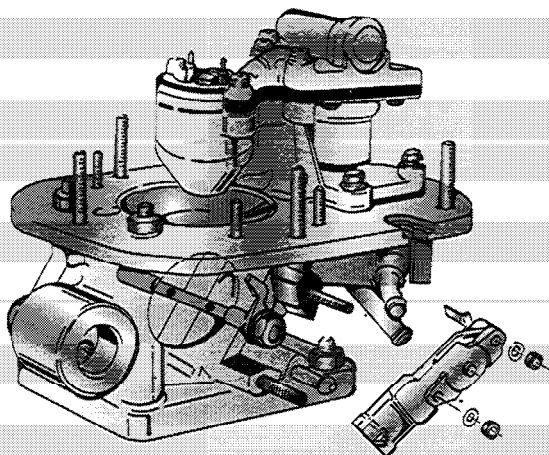
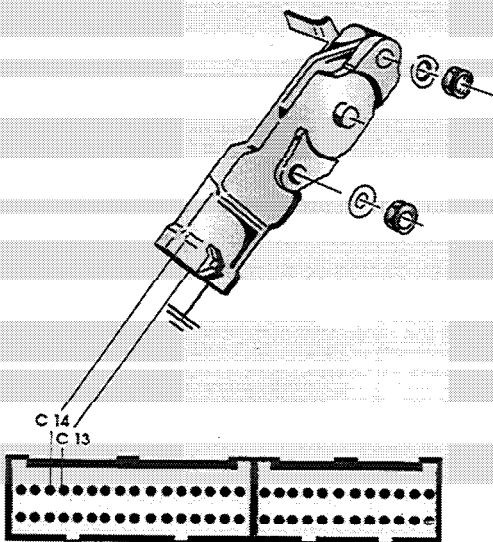


fig. 11

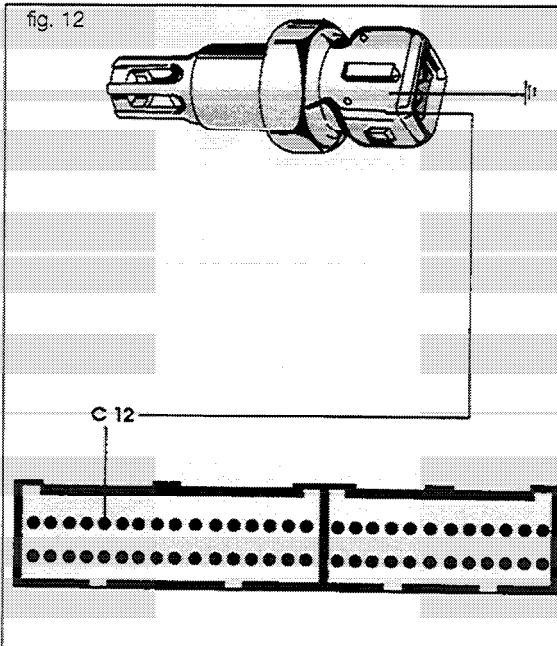


SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE (fig. 12)

El sensor montado en el colector de admisión está constituido por un cuerpo metálico del cual sale un tubo de plástico con aberturas que protege un termistor NTC capaz de reducir su resistencia cuando la temperatura se incrementa.

El sensor está alimentado por la central a una tensión de 5 V y detecta la temperatura en el interior del colector.

fig. 12



185

MOTOR PASO A PASO (fig. 13)

En todas las fases de funcionamiento, el motor paso a paso pilota la regulación del régimen de ralentí.

Al ralentí, el motor paso a paso actúa sobre un caudal de aire en paralelo con la mariposa, realizando un desplazamiento horizontal graduando la cantidad de aire que va directamente a los conductos de admisión sin pasar por la válvula de mariposa.

El motor recibe unos impulsos de la centralita que le permiten realizar un control del movimiento del obturador con una gran precisión.

El motor se desplaza en un sentido u otro en función de que sea necesario incrementar o disminuir el régimen de ralentí.

Además, este mecanismo ejecuta también las funciones de depósito de aire adicional y de regulador de la puesta en funcionamiento del sistema de climatización.

Cuando la central electrónica recibe la información de que se ha puesto en marcha el sistema de climatización da orden al motor paso a paso para incrementar el régimen de ralentí en 100 rpm.

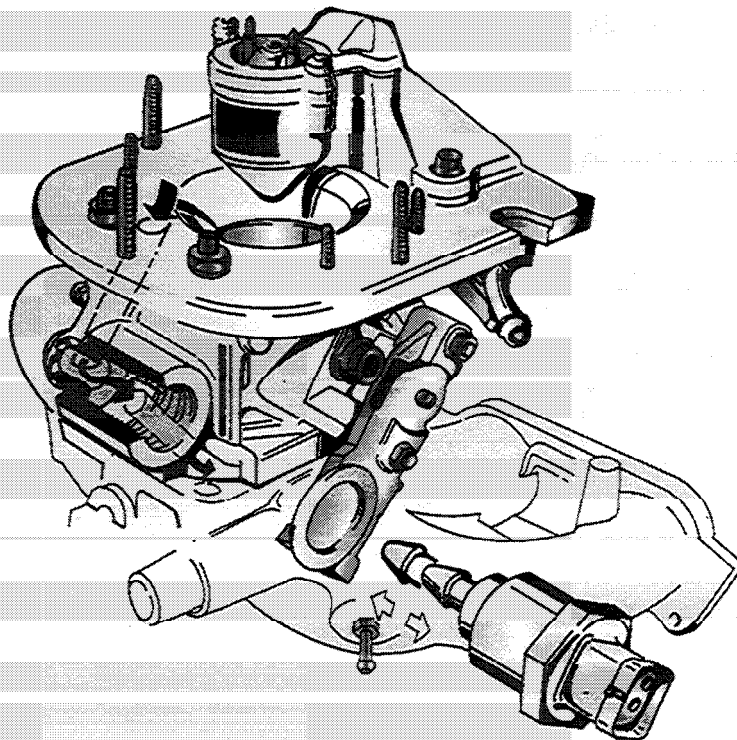
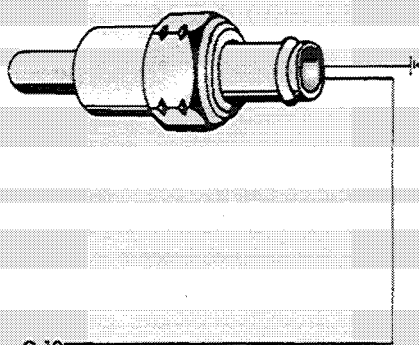
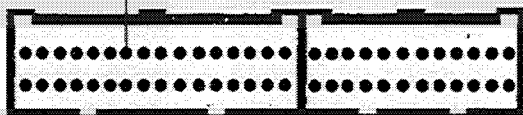


fig. 13

fig. 14



C 10



SONDA DE TEMPERATURA DEL MOTOR (fig. 14)

La sonda de temperatura capta la temperatura del líquido de refrigeración y transmite a la centralita de inyección una información que le permite conocer la temperatura de funcionamiento del motor y así poder realizar las estrategias de arranque en frío, estabilización de ralentí y *cut off*.

En los motores enfriados por agua, la sonda de temperatura se monta en el circuito de refrigeración.

Está constituida por una resistencia NTC (coeficiente de temperatura negativo) dispuesto en el interior de un cuerpo metálico. Su naturaleza eléctrica semiconductor se comporta de manera que su resistencia disminuye al incrementar la temperatura.



CIRCUITO DE ENCENDIDO

El impulso necesario para que en el momento adecuado la chispa tenga lugar entre los electrodos de la bujía y se genere la explosión en el interior de la cámara de combustión es generado por el sistema de encendido.

En el interior del distribuidor, el generador de

impulsos envía la señal al módulo y a la central de inyección que establece el avance de encendido. El módulo actúa directamente sobre el primario de bobina determinando los tiempos de inyección; la tensión generada en el secundario se reparte en forma de chispa a cada uno de los cilindros por medio del distribuidor.

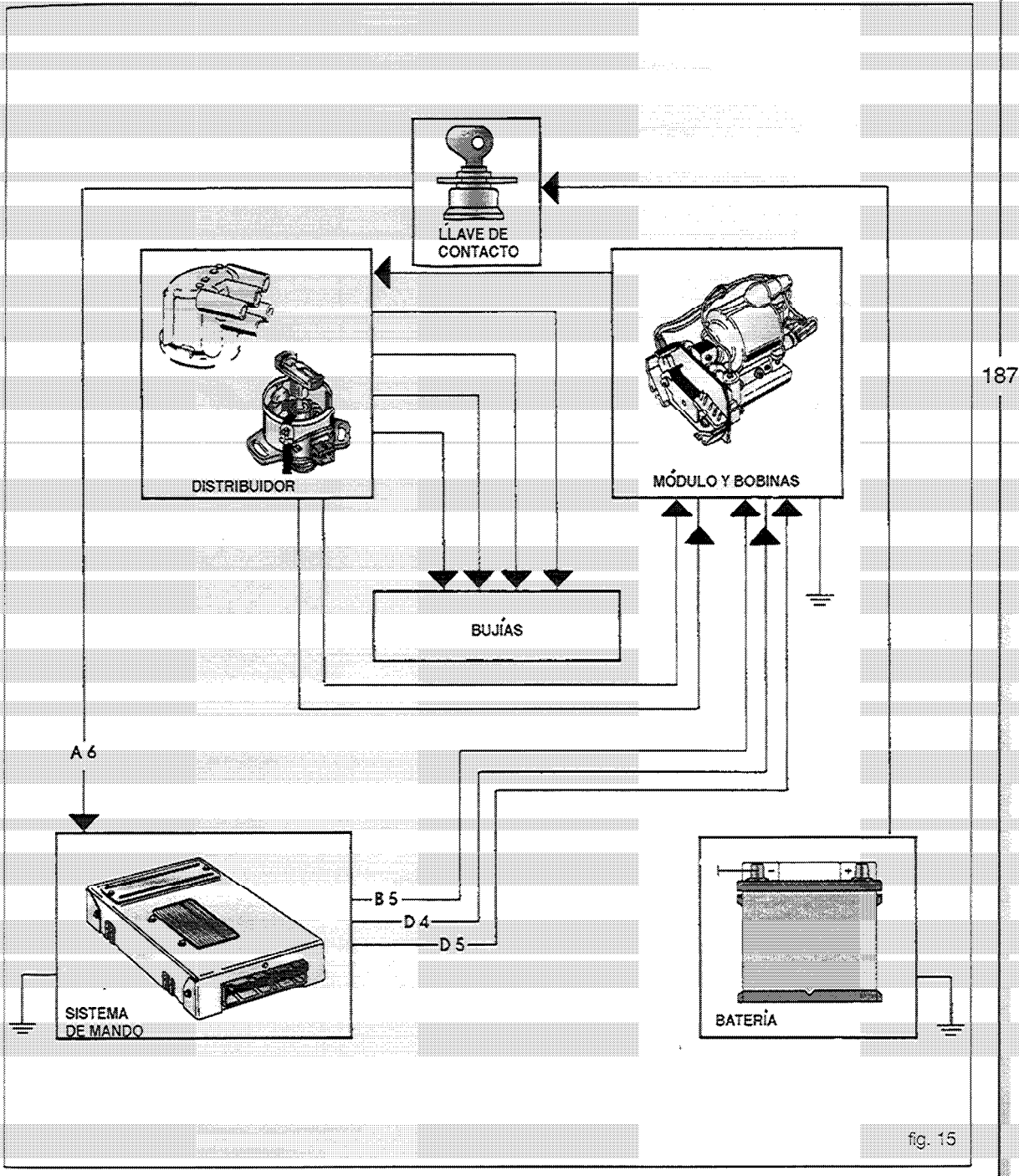


fig. 15

CAPTADOR DE RÉGIMEN Y PMH (figs. 16 y 17)

En el interior del distribuidor de alta tensión se encuentra un captador de reluctancia variable que genera una señal que es el reflejo de las cuatro puntas del eje del distribuidor; de esta manera la centralita conoce tanto el régimen de giro como la posición del motor (P.M.S.).

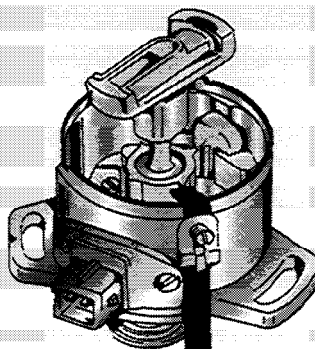
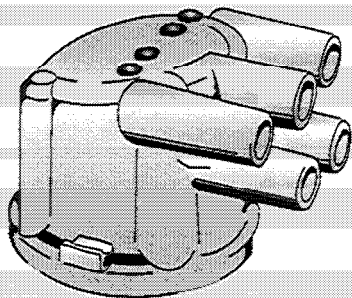


fig. 16

188

fig. 17

CAPTADOR

LEVA

CONEXIÓN ELÉCTRICA

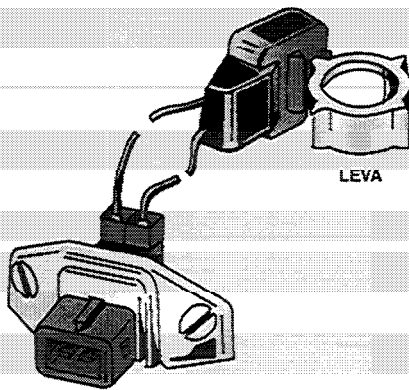


fig. 18

MÓDULO Y BOBINA

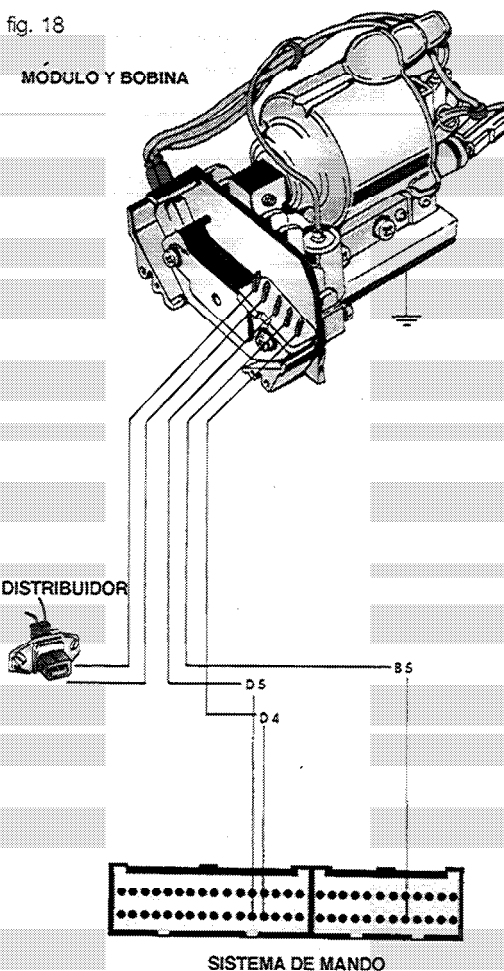
DISTRIBUIDOR

D5

D4

B5

SISTEMA DE MANDO



BOBINA Y MÓDULO DE POTENCIA (fig. 18)

El módulo de potencia controlado por la central electrónica del sistema tiene como misión controlar el tiempo de conducción llamado también ángulo *dwell*.

En base a la cartografía memorizada en la centralita y tomando como señales más importantes el régimen de giro y la depresión en el colector de admisión, la central envía una señal al módulo de potencia que determina el avance de encendido y el tiempo de conducción del circuito primario de la bobina.



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

(fig. 19)

El sistema de comando SPI controla los parámetros concernientes a la alimentación motor, determinando la cantidad de carburante a inyectar, como al encendido, determinando tanto el avance como el tiempo de conducción de la bobina.

A fin de poder realizar estas funciones la centralita recoge las señales siguientes:

- 1.- Presión absoluta en el colector.
- 2.- Temperatura de aire.
- 3.- Temperatura de motor.
- 4.- Régimen y punto muerto superior.
- 5.- Posición de la mariposa acelerador.

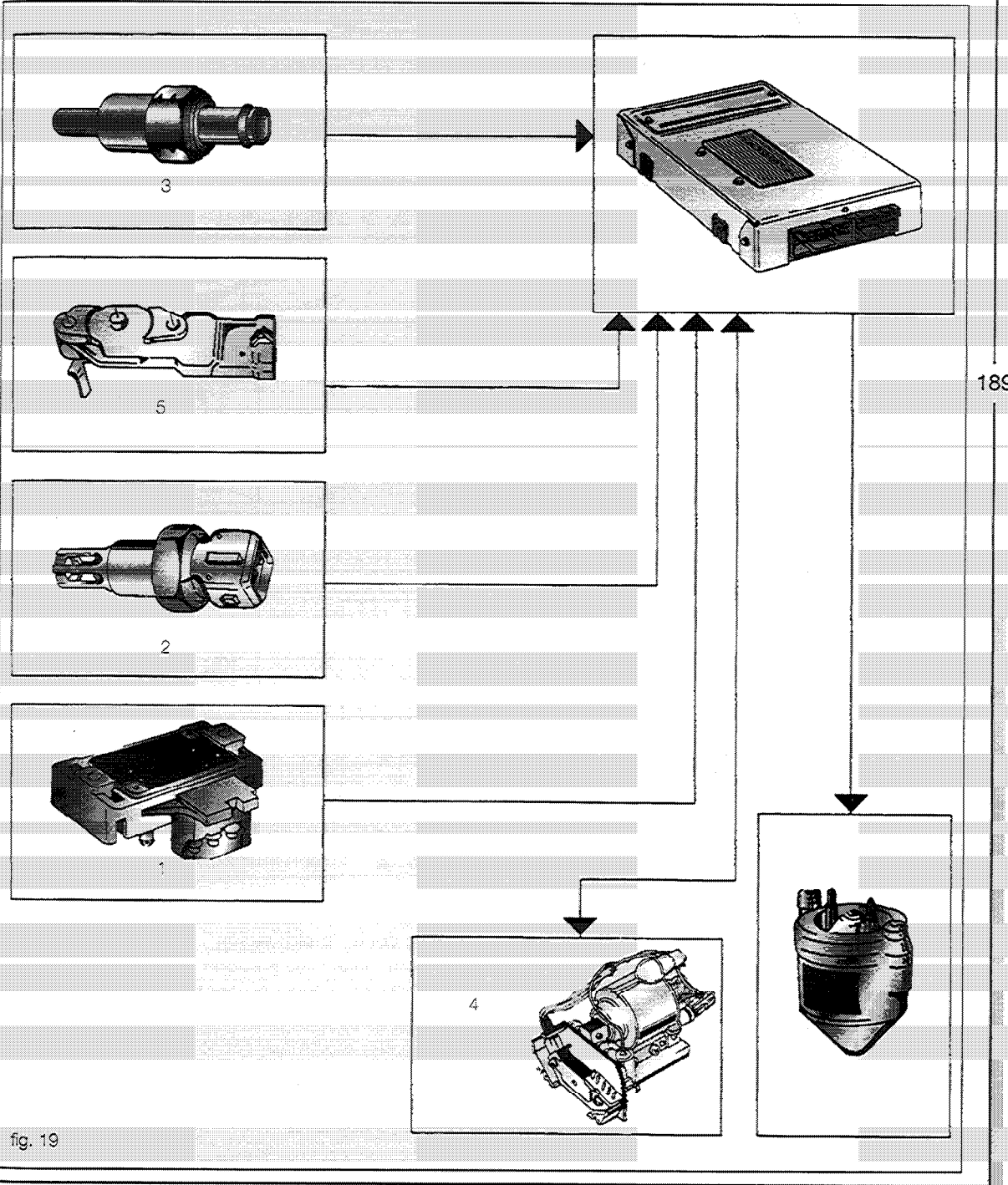
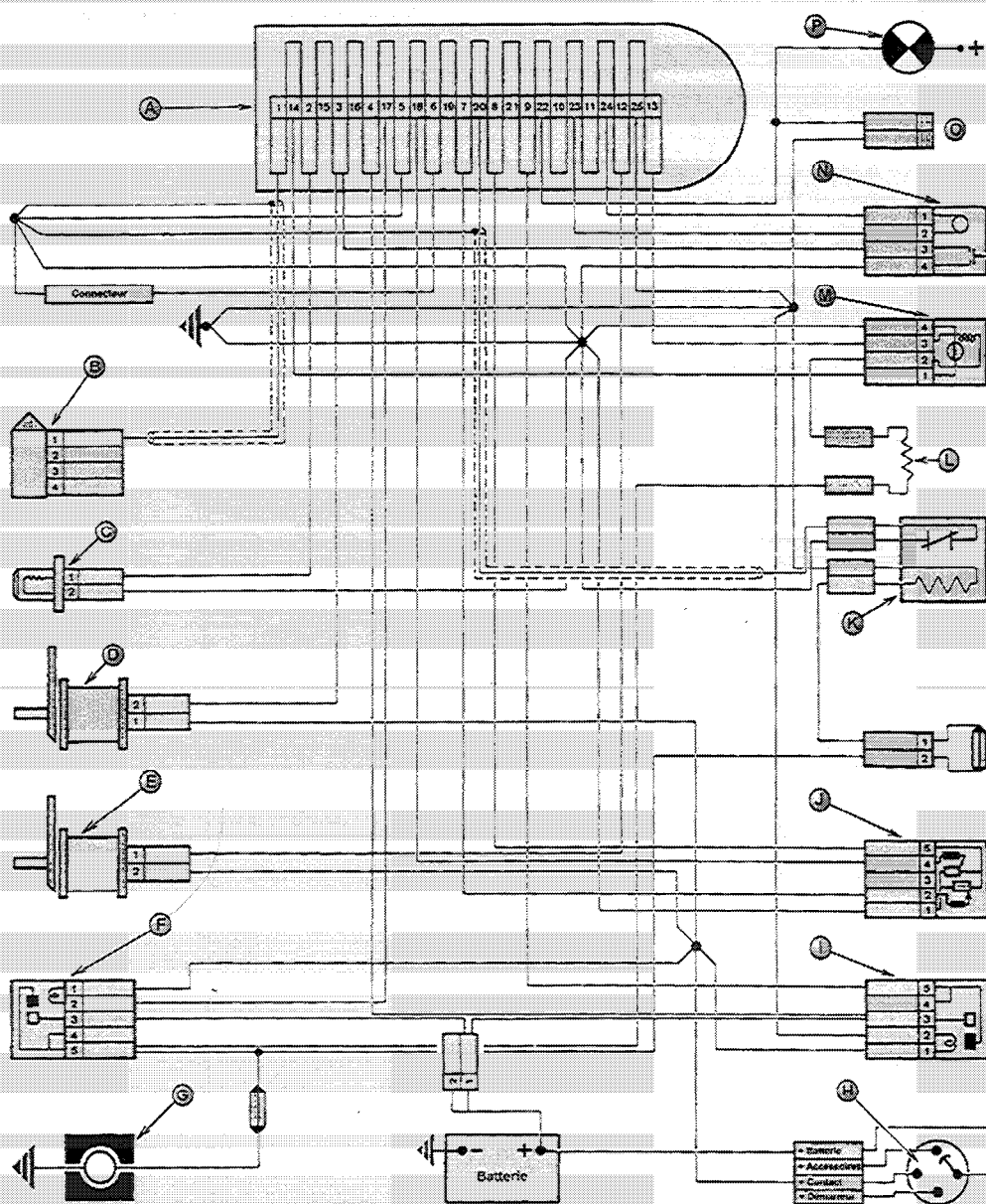


fig. 19

ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MONOELECTRONIC BOSCH (fig. 20)



- A. Módulo electrónico de mando.
- B. Bobina de encendido.
- C. Sonda temperatura de agua.
- D. Electroválvula de corte de avance.
- E. Electroválvula de purga del canister.
- F. Relé de mando de la bomba.
- G. Bomba eléctrica de combustible.
- H. Llave de contacto.

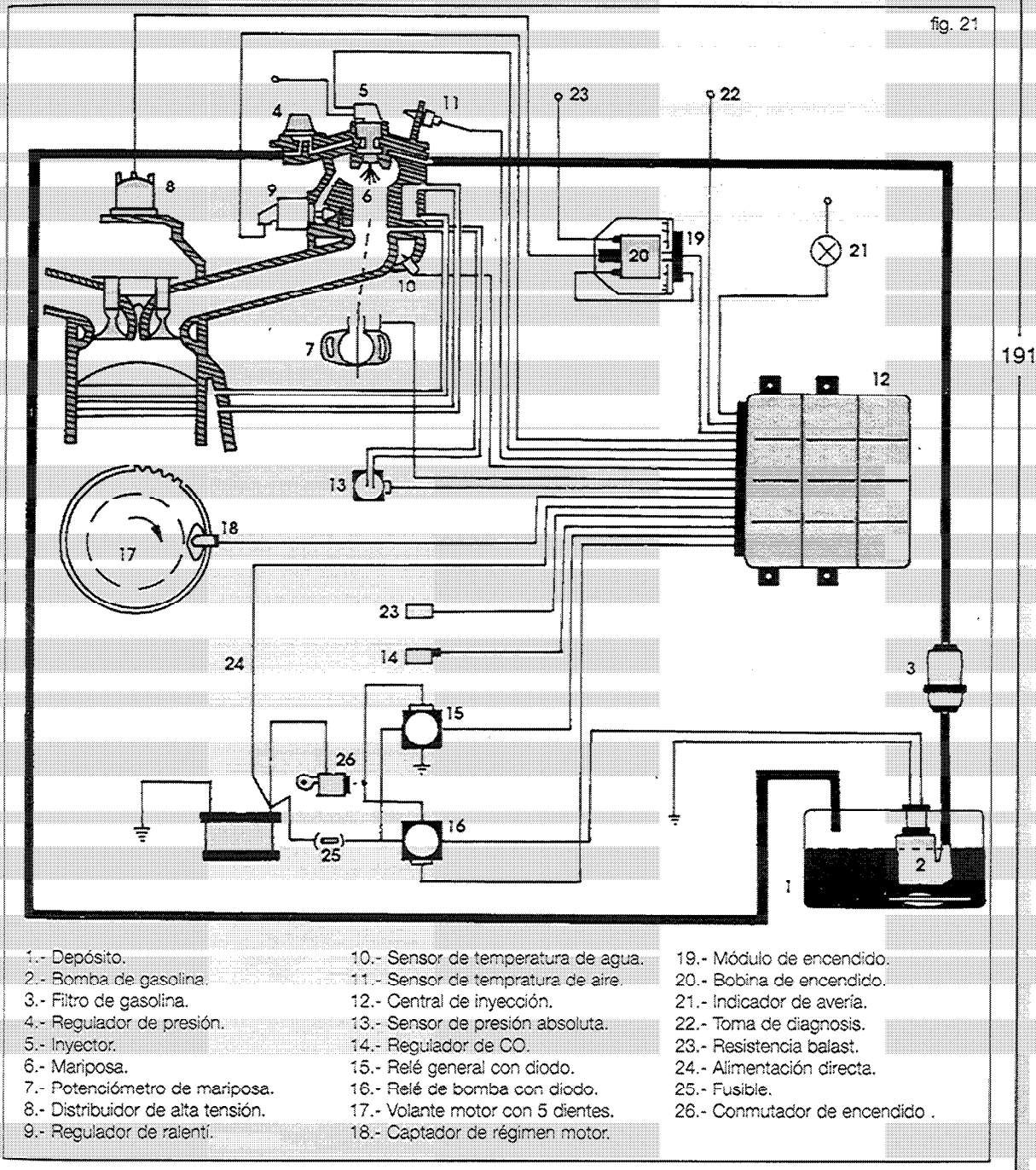
- I. Relé doble "multifunción".
- J. Potenciómetro de posición de mariposa.
- K. Sonda de oxígeno (sonda Lambda).
- L. Resistencia adicional.
- M. Inyector electromagnético (y captador de aire).
- N. Motor de regulación de régimen de ralentí.
- O. Enchufe diagnóstico.
- P. Testigo de alerta.

fig. 20

MONO-INYECCIÓN WEBER (fig. 21)

La mono-inyección Weber es un sistema de inyección por intermitencia, realizado con un solo inyector sobre el colector de admisión, antes de mariposa. Está constituido por un sistema de mando de inyección con sistema de gestión del encendido integrado. Con relación al carburador tradicional, el

sistema MIW ofrece la ventaja de controlar la mezcla aire-gasolina en todas las condiciones de motor, una reducción del porcentaje de gases de escape contaminantes y una mayor economía que los sistemas multipunto.



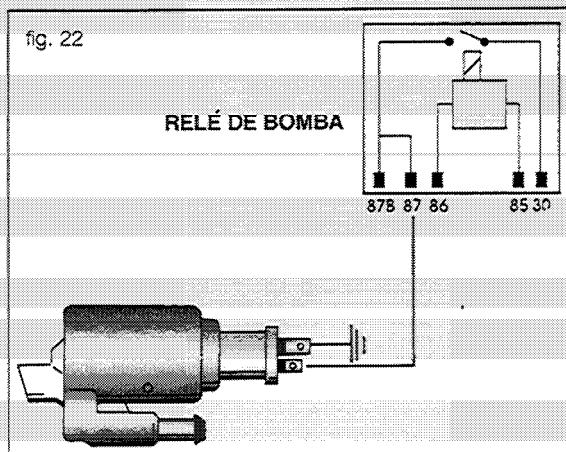
La bomba eléctrica es del tipo a turbina con corona móvil hecha en plástico, está calibrada, tiene una válvula antirretorno y una de sobrepresión a 2,6 bar. Su caudal nominal son 80 l/h y su presión de servicio de 1 bar; está alojada dentro del depósito.

La bomba de carburante envía la gasolina al inyector, con la aprobación directa del sistema de mando electrónico con la finalidad de garantizar:

a.- que la bomba se pare cuando el régimen de ralenti está por debajo de un valor mínimo o se para el motor.

b.- la temporización de la bomba cada vez que el conmutador de encendido se pone en contacto sin poner en marcha el motor (10 sec. máx).

fig. 22



El filtro es montado en el circuito de carburante a continuación de la bomba eléctrica para eliminar las eventuales impurezas de carburante.

Este filtro está constituido de un cuerpo metálico cilíndrico conteniendo un elemento filtrante de papel poroso y un filtro metálico que retiene las partículas de papel.

En el interior, los elementos filtrantes son fijados a las partes metálicas mediante una placa soporte. El tubo de llegada y el de salida están situados cada uno en un extremo del filtro.

Una flecha dibujada en el exterior del filtro indica el sentido de montaje del mismo.

El regulador de presión es del tipo mecánico a membrana, formando parte del cuerpo de inyección donde está alojado el inyector.

El regulador de presión está compuesto de una carcasa contenedora, un dispositivo móvil constituido por un cuerpo metálico y una membrana accionada por un muelle calibrado.

Cuando la presión de carburante sobrepasa el valor determinado, el dispositivo móvil se desplaza y permite la apertura de la válvula que deja salir el excedente de carburante, retornando al depósito por un tubo.

Un orificio calibrado, previsto en el cuerpo de inyección pone en comunicación la cámara de regulación con el tubo de retorno, permitiendo así disminuir la carga hidrostática sobre la membrana cuando el motor está parado.

La presión de funcionamiento es 1 bar.

REGULADOR DE PRESIÓN

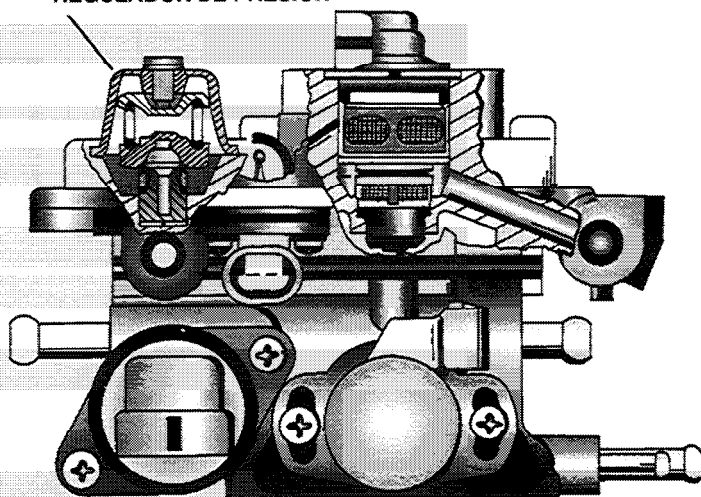


fig. 23



CAPTADOR DE PRESIÓN ABSOLUTA (fig. 24)

A fin de detectar la presión de aire existente en el colector de admisión y con ello el peso del mismo el sistema utiliza un sensor de presión que transforma las variaciones de presión en variaciones de tensión.

El captador de presión absoluta detecta las variaciones y presión en el interior del colector según los cambios de carga y velocidad de rotación del motor.

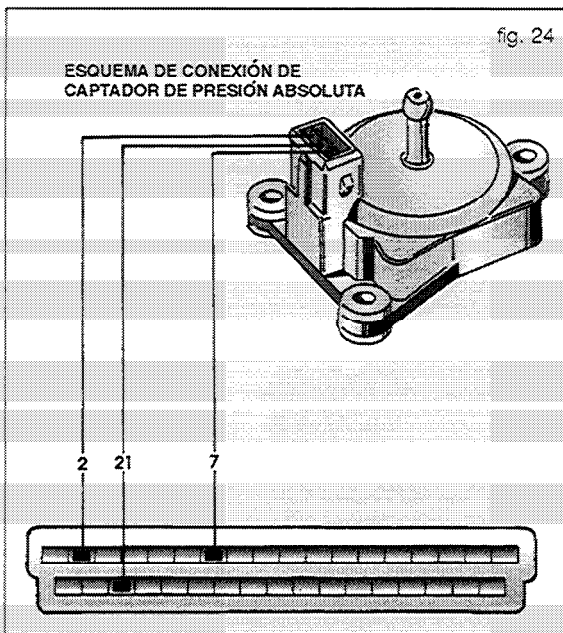
Este sistema permite conjuntamente con el valor de temperatura de aire saber el peso del aire que entra en el colector de admisión y así poder establecer con exactitud la cantidad de gasolina a inyectar para conseguir una determinada relación de mezcla.

El captador está constituido por un diafragma realizado en materia aislante dentro del cual están emplazadas unas resistencias que forman un puente de medida.

El puente de resistencia está formado por sensores piezoeléctricos que son sensibles a las deformaciones mecánicas.

El diafragma está unido neumáticamente al colector de admisión por medio de un tubo de manera que las variaciones de presión actúan directamente sobre el diafragma provocando su deformación. Esta deformación actúa sobre el puente de resistencia variando la tensión de salida.

La tensión de salida del puente es ajustada a las escalas de trabajo deseadas de manera que se obtiene una tensión final de salida comprendida entre 0-5 V siguiendo de manera lineal las variaciones de presión.



POTENCIÓMETRO DE MARIPOSA (fig. 25)

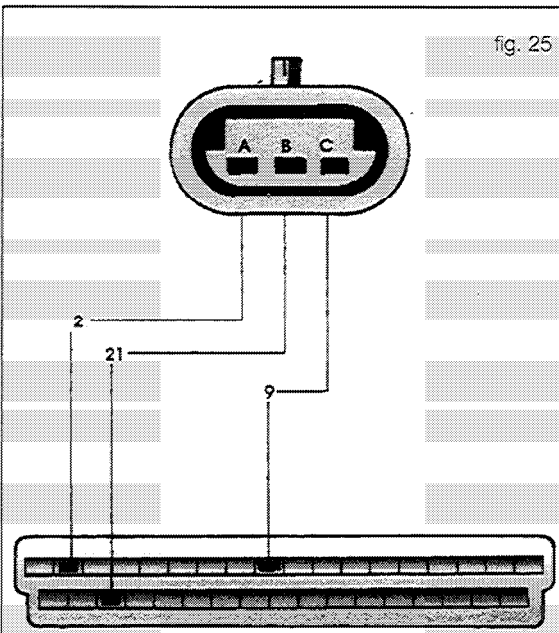
El potenciómetro indica la variación de la apertura de mariposa enviando una señal eléctrica a la central de inyección, de esta manera se pueden establecer estrategias específicas para cada situación mecánica de la mariposa tanto estática como dinámica.

El potenciómetro está formado internamente por una pista de carbón y un cursor que se desplaza por su superficie siguiendo el movimiento del eje de la mariposa.

La central electrónica puede conocer la posición de la mariposa diferenciando claramente la situación de reposo, media carga o plena potencia. Cuando la mariposa está en reposo la centralita cede la gestión del régimen de ralentí al motor paso a paso el cual se encarga de controlar la cantidad de aire a pasar para mantener un ralentí estable. En situaciones de media carga la central establece una dosificación adecuada para minimizar los consumos mientras que cuando el potenciómetro indica la situación de máxima 193 apertura la dosificación es más rica para obtener la máxima potencia.

En las aceleraciones bruscas la centralita alimenta al motor con una riqueza superior y así poder hacer frente a la demanda instantánea de potencia.

El potenciómetro está colisado de manera que para realizar un ajuste adecuado será necesario medir la tensión de salida entre los pins A y C verificando una tensión de 50 ± 25 mV.



MOTOR PASO A PASO (fig. 26)

El motor paso a paso pilota la regulación del régimen de ralentí estando constituido por un motor eléctrico del tipo paso-paso y de un mecanismo reductor del tipo *visenfi* que transforma el movimiento giratorio del motor en un movimiento horizontal.

Al ralentí, el motor paso a paso actúa sobre un caudal de aire en paralelo con la mariposa, realizando un desplazamiento horizontal graduando la cantidad de aire que va directamente a los conductos de admisión sin pasar por la válvula de mariposa.

El motor recibe unos impulsos de la centralita que le permiten realizar un control del movimiento del obturador con una gran precisión.

El motor se desplaza en un sentido u otro en función de que sea necesario incrementar o disminuir el régimen de ralentí.

Este mecanismo ejecuta también la función de regulador de la puesta en funcionamiento del sistema de climatización.

El recorrido máximo que realiza son 8 mm

194 significando 200 pasos.

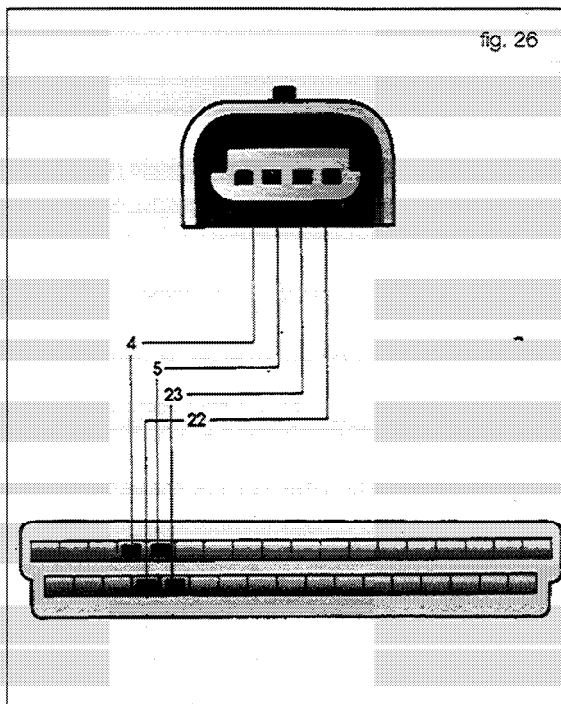


fig. 26

INYECTOR ELECTROMAGNÉTICO (fig. 27)

Es el encargado de suministrar el carburante necesario para las cuatro cámaras de combustión y funciona a presión constante con apertura controlada electrónicamente.

Está montado en el cuerpo de inyección, en el emplazamiento dispuesto en la parte superior del cuerpo de mariposa.

La cantidad de carburante inyectado depende del tiempo de apertura del inyector, pilotado por la central electrónica en función del caudal de aire medido por el captador de presión absoluta y de las condiciones de utilización del motor.

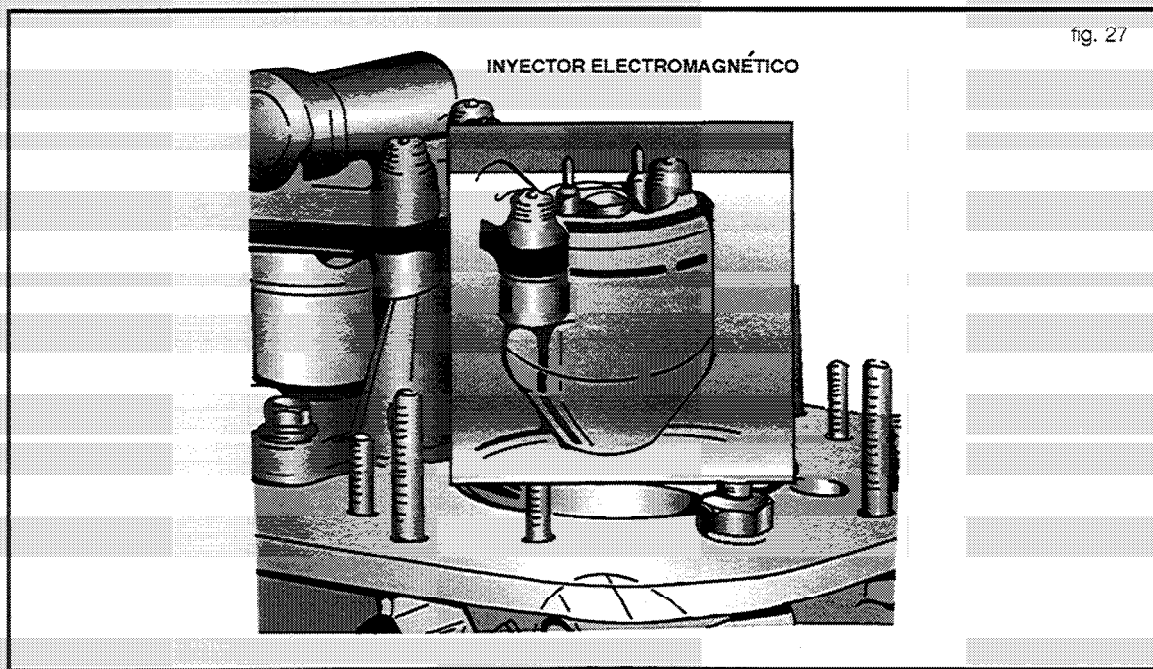


fig. 27

SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE (fig. 28)

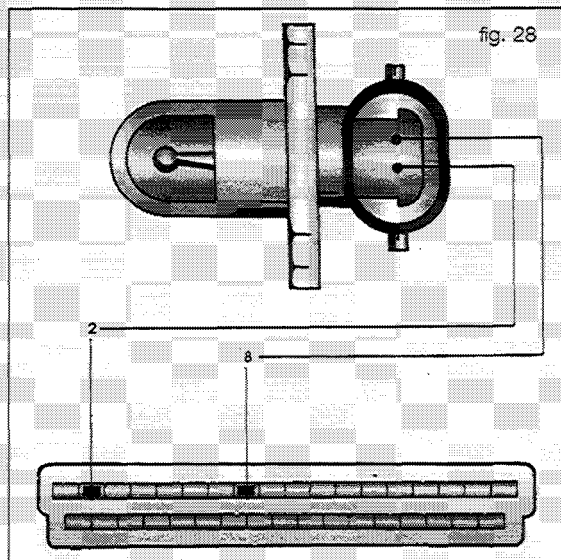
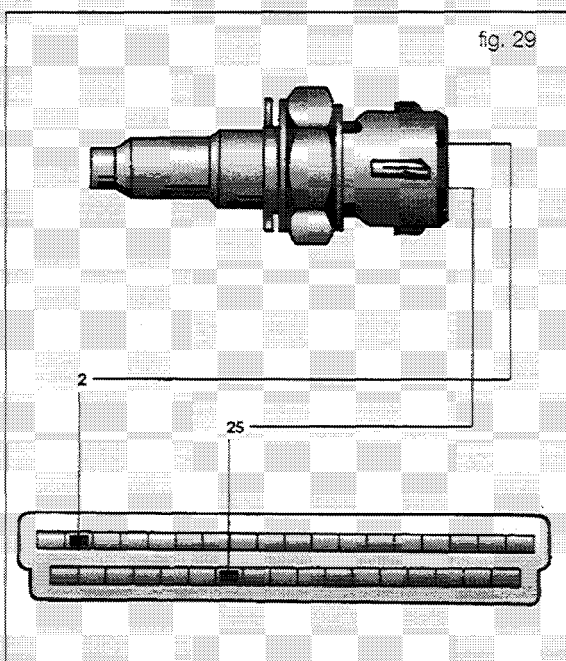
El sensor montado en el colector de admisión está constituido por un cuerpo metálico del cual sale un tubo de plástico con aberturas que protege un termistor NTC capaz de reducir su resistencia cuando la temperatura se incrementa.

El sensor está alimentado por la central a una tensión de 5 V y detecta la temperatura al interior del colector.

SONDA DE TEMPERATURA DEL MOTOR (fig. 29)

La sonda de temperatura del motor está constituida por una resistencia NTC alojada dentro de un cuerpo metálico y realizada en materia semiconductor de forma que su resistencia eléctrica disminuya cuando aumenta la temperatura.

La sonda de temperatura capta la temperatura del líquido de refrigeración y transmite a la centralita de inyección una información que le permite conocer la temperatura de funcionamiento del motor y así poder realizar las estrategias de arranque en frío, estabilización de ralentí y *cut off*.



CUERPO DE INYECCIÓN (fig. 31)

El cuerpo de mariposa está realizado en aluminio, y sobre él se montan una gran parte de captadores y dispositivos que forman parte del sistema de inyección.

El cuerpo de inyección está constituido por dos partes con geometría y funciones bien diferenciadas.

Parte superior: también llamada parte de gasolina comprende los racores para conectar los tubos de entrada y salida de gasolina, regulador de presión de gasolina, inyector *single point* y el sensor de temperatura de aire.

Parte inferior: llamada comúnmente parte de aire, en ella se alojan el potenciómetro de mariposa, el motor paso a paso y la válvula de mariposa.

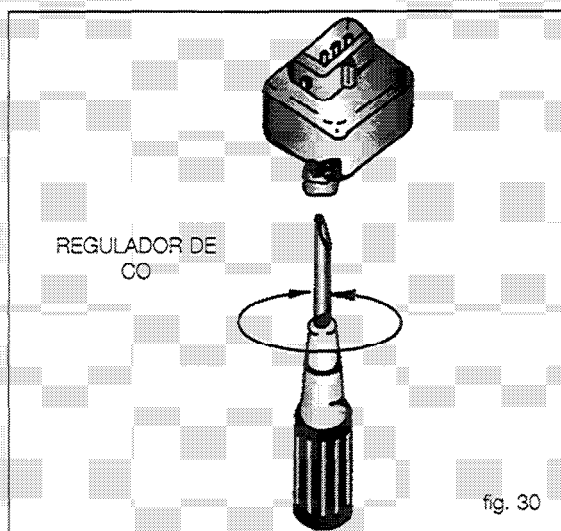
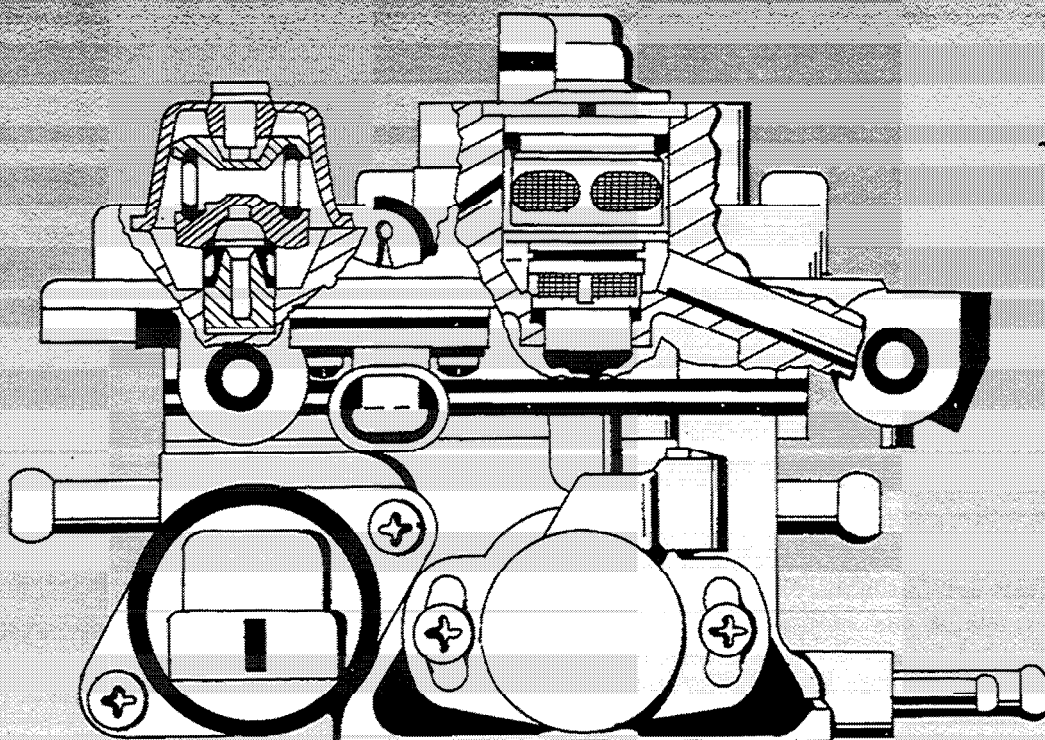


fig. 31



196

REGULADOR DE % DE CO (fig. 30)

Para regular el porcentaje de monóxido de carbono, llevar el motor a condiciones normales de funcionamiento y ajustar el % de CO según prescripciones del fabricante, utilizando un medidor de gases homologado.

Actuar sobre el potenciómetro dispuesto para ello y según indica el gráfico.

GRUPO DE ENCENDIDO

El grupo de encendido está constituido por una

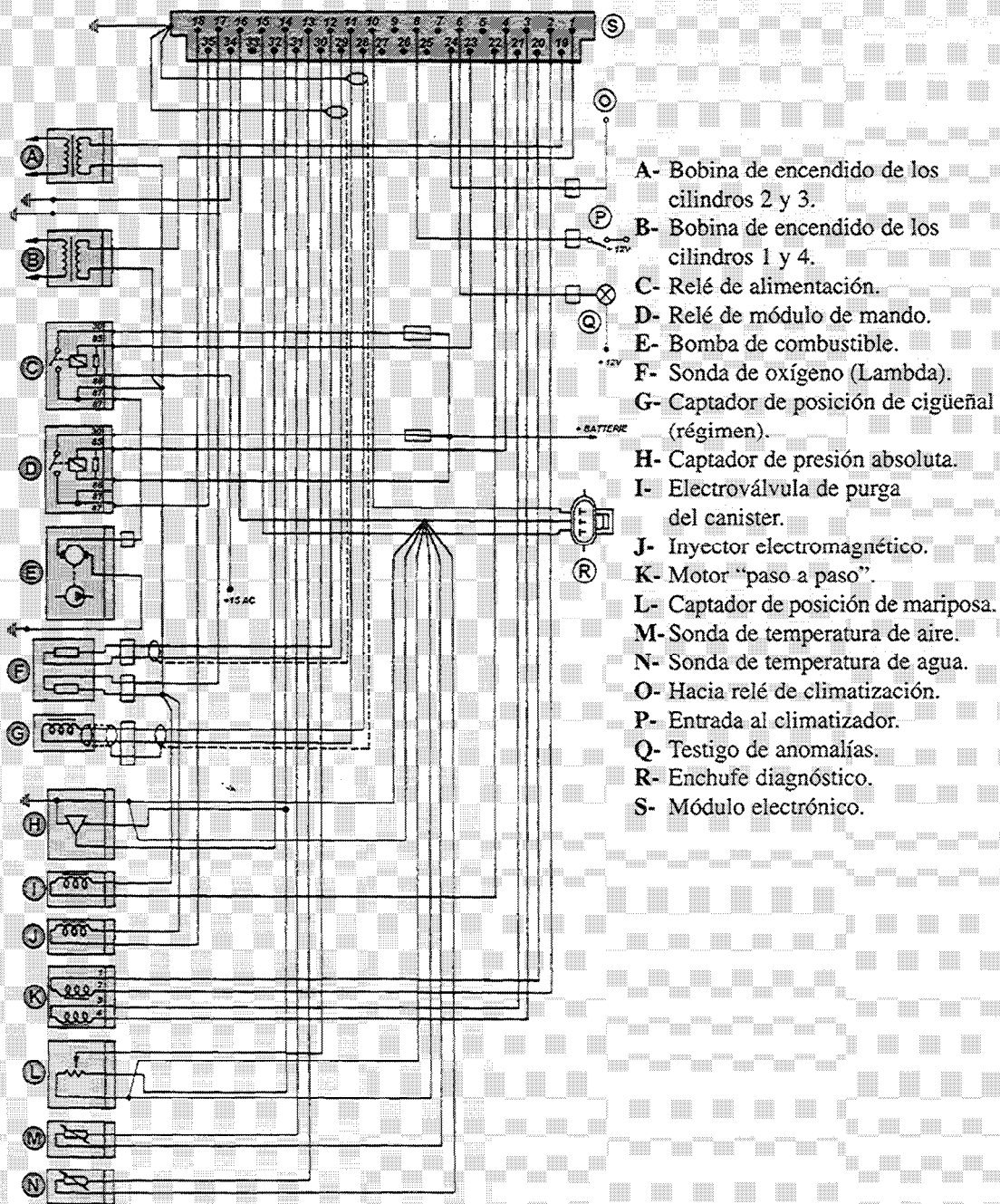
bobina de circuito magnético cerrado y un módulo de potencia que actúa sobre el primario de la bobina.

El módulo de potencia recibe la señal de mando de la central electrónica de manera que ella se encarga de calcular el tiempo de carga de la bobina y el avance de encendido.

El avance de encendido en la fase de arranque es de 8° respecto al P.M.S. en ralentí. En las otras fases de funcionamiento del motor el avance de encendido se calcula en base al régimen de giro del motor y a la depresión existente en el colector de admisión.



ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MAGNETI MARELLI "IAW 06F" (fig. 32)



DIAGNOSIS DE LA INYECCIÓN MONOPUNTO

El motor no arranca.

El motor arranca con dificultad.

El motor arranca y luego se para.

El régimen de ralentí falla en frío.

Régimen de ralentí irregular o falla en caliente.

No aguanta el ralentí.

Fallos en el motor.

Falta de potencia.

Consumo elevado.

Humo en todos los regímenes.

	X	X						X		Bomba de combustible defectuosa.
	X	X	X					X	X	Regulador de presión de combustible.
				X		X		X		Regulador inicial de la mariposa de aceleración.
198			X	X	X	X				Válvula de aire acondicionado.
					X		X		X	Injector.
				X		X		X	X	Captador de presión absoluta.
	X		X				X			Captador de posición de cigüeñal.
					X			X		Reglaje del mando de aceleración.
		X			X			X		Pontenciómetro de posición de mariposa.
		X		X	X		X		X	Sonda de temperatura de aire y de agua.
	X	X				X	X	X		Bujías de encendido defectuosas.
	X		X							Circuito de encendido primario (alimentación).
	X	X				X	X	X		Circuito de encendido secundario A.T. (bobina).
						X			X	Reglaje de la riqueza (sonda de oxígeno).
	X		X		X		X			Controlar los contactos de conexión módulo.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Hacer una prueba con un módulo electrónico nuevo.



INYECCIÓN MONO-JETRONIC (fig. 33)

Este apartado de prácticas corresponde al motor de un vehículo de la marca SEAT que incorpora un sistema de inyección Monopunto Bosch.

Es un sistema de inyección intermitente a baja presión, a través de un solo inyector gobernado por la apertura de la mariposa. De esta forma, se crean situaciones análogas a las de la alimentación con carburador, pero con la ventaja adicional de un mejor control de la mezcla en todas las condiciones de utilización del motor.

Este dispositivo está equipado con una sonda lambda fijada al primer tramo del tubo de escape para optimizar la composición de la mezcla (relación aire/gasolina).

El dispositivo de inyección monopunto Bosch está integrado por dos circuitos independientes:

- un circuito de alimentación de carburante;
- un circuito de admisión de aire.

Circuito de alimentación de carburante

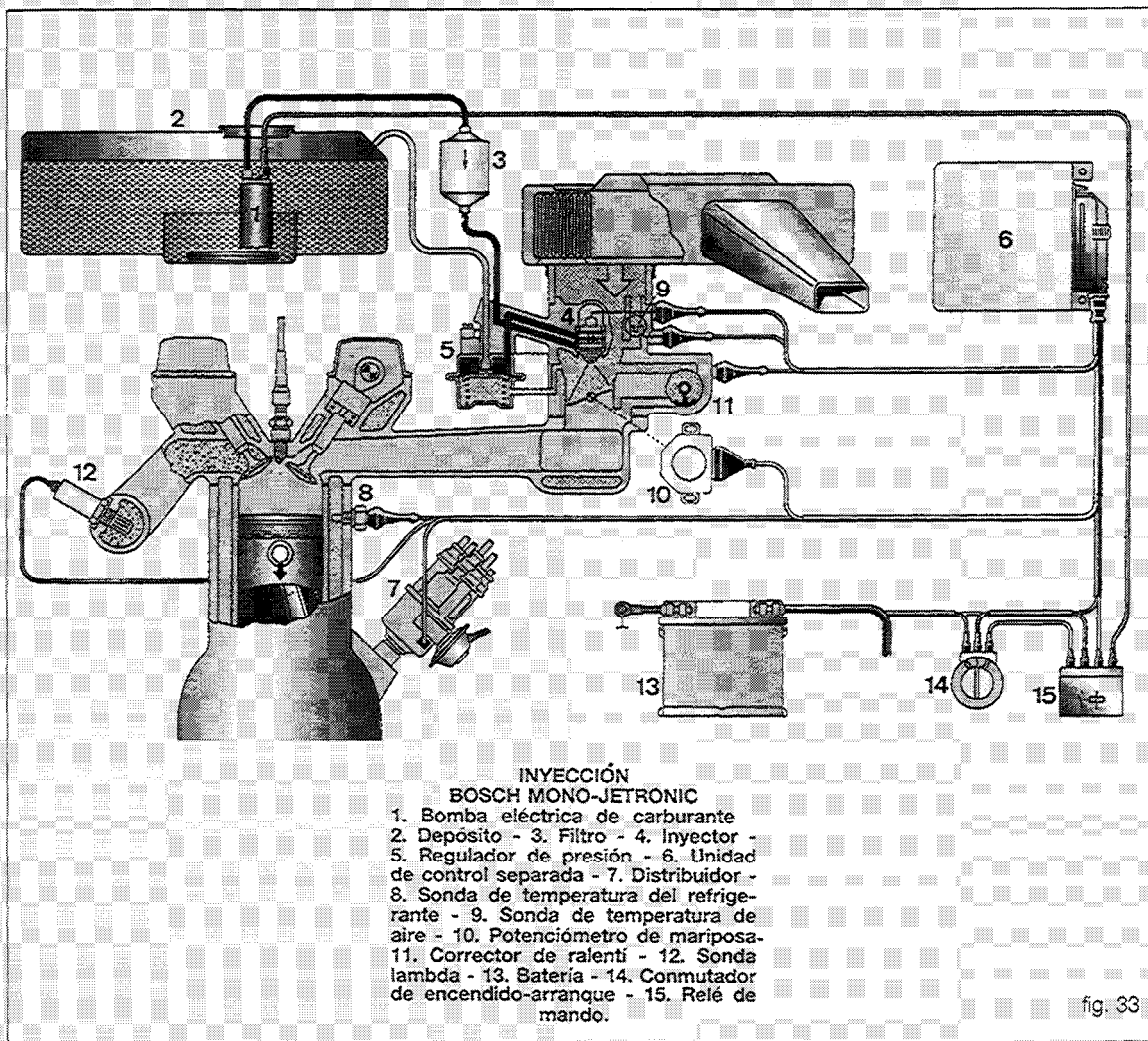
Bomba de carburante

Es una electrobomba de rodillos. Está controlada por un relé y va sumergida en el depósito.

Relé de bomba

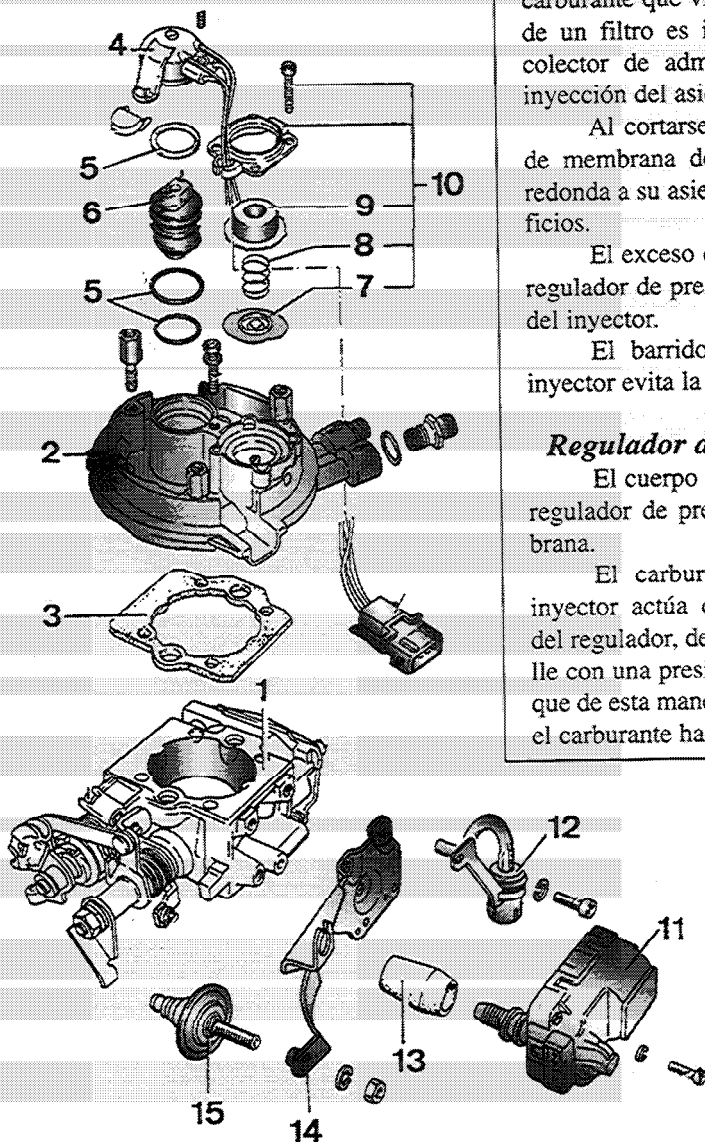
Es un relé doble colocado en una caja a la izquierda bajo el salpicadero.

Un dispositivo de seguridad corta la alimentación de la bomba cuando el contacto de encendido está dado pero el motor está parado (por ejemplo, en caso de accidente).



UNIDAD DE INYECCIÓN MONO-JETRONIC

1. Cuerpo - 2. Tapa - 3. Junta - 4. Soporte de inyector - 5. Junta tórica - 6. Inyector - 7. Membrana - 8. Muelle - 9. Tapa - 10. Regulador de presión - 11. Regulador de mariposa - 12. Separador de agua - 13. Protector - 14. Soporte - 15. Amortiguador de retorno al ralentí.



Inyector

El inyector está colocado en el cuerpo de inyección monopunto. Tiene por función proporcionar la cantidad exacta de carburante y pulverizarlo para favorecer su difusión en el colector de admisión (fig. 34).

La apertura del inyector es del tipo "sincronizada", es decir, en fase con el encendido.

En cada impulso del encendido, la unidad de control electrónico envía un impulso eléctrico a la bobina, con lo que el campo magnético así creado atrae el obturador levantándolo hacia el núcleo. El carburante que viene de la cámara anular a través de un filtro es inyectado de esta manera en el colector de admisión por los seis orificios de inyección del asiento del obturador.

Al cortarse el impulso eléctrico, un muelle de membrana devuelve el obturador de cabeza redonda a su asiento y asegura el cierre de los orificios.

El exceso de carburante es enviado hacia el regulador de presión a través del orificio superior del inyector.

El barrido creado de esta manera en el inyector evita la posible formación de vapores.

Regulador de presión de carburante

El cuerpo de inyección monopunto aloja un regulador de presión de tipo mecánico de membrana.

El carburante en exceso procedente del inyector actúa directamente sobre la membrana del regulador, desplazándola al comprimir el muelle con una presión de $1,06 \pm 0,06$ bar. La copela que de esta manera queda descubierta deja escapar el carburante hacia el depósito.

fig. 34



Circuito de admisión de aire

Este circuito se compone de los siguientes órganos:

- un filtro de aire;
- una caja de mariposa;
- un potenciómetro de abertura angular de la mariposa;
- una sonda de temperatura del aire aspirado;
- un actuador con motor de corriente continua para el reglaje del régimen de ralentí del motor;
- un colector de admisión.

Potenciómetro de abertura angular de la mariposa

El captador montado en la caja de la mariposa proporciona a la unidad de control de inyección dos señales eléctricas de tensión proporcionales al ángulo de abertura de la mariposa. La señal correspondiente a cada ángulo de abertura juega un papel fundamental en la determinación de los tiempos de base de la inyección.

El eje de la mariposa está montado sobre dos rodamientos a bolas a fin de evitar todo posible bloqueo o errores en la medición del ángulo de abertura.

Sonda de temperatura del aire aspirado

La temperatura exacta del aire aspirado es transmitida a la unidad de control a base de una señal de tensión generada por la sonda situada en el cuerpo de la inyección monopunto. Esta sonda está constituida por una resistencia NTC.

Corrector de ralentí

Se trata de un motor paso a paso que actúa sobre el eje de la mariposa.

Entra en acción gobernado por impulsos eléctricos procedentes de la unidad de control. Hace girar la mariposa cuando ésta sobrepasa una zona angular correspondiente al ralentí (más una tolerancia). De esta forma, la mariposa es mantenida en una posición y procura un régimen de ralentí estable.

Unidad de control electrónico

La unidad de control recibe informaciones de los diferentes captadores y sondas, las analiza en función de su programa y gobierna los diferentes órganos de encendido e inyección.

Al gestionar el tiempo de alimentación del inyector determina la dosificación de carburante.

Sonda lambda

Esta sonda mide el contenido en oxígeno de los gases de escape. La señal de salida resultante es transmitida a la unidad de control que de este modo puede ajustar los tiempos de inyección.

Control del ralentí

Condiciones de control

- Temperatura de aceite del motor a mín. 80°C;
- Consumidores eléctricos desconectados;
- Climatizador desconectado (si lleva);
- Sonda lambda correcta.

Control

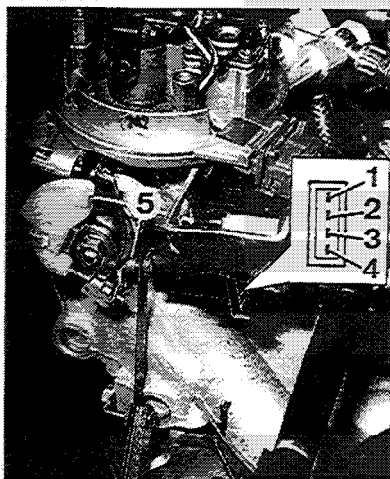
- Conectar los aparatos de control del régimen del motor y del punto de avance del encendido.
- Conectar un aparato de medida al tubo de medición de CO.
- Comprobar los valores.

Nota: El régimen de ralentí y el contenido en CO no son ajustables. En caso de ser incorrectos, proceder de la forma siguiente:

- Comprobar el hermetismo del circuito de depresión.
- Comprobar el regulador de mariposa.
- Proceder a la lectura de los fallos memorizados (ver el procedimiento que sigue).

Controles y reglajes de los órganos

Control y reglaje del contactor de mariposa

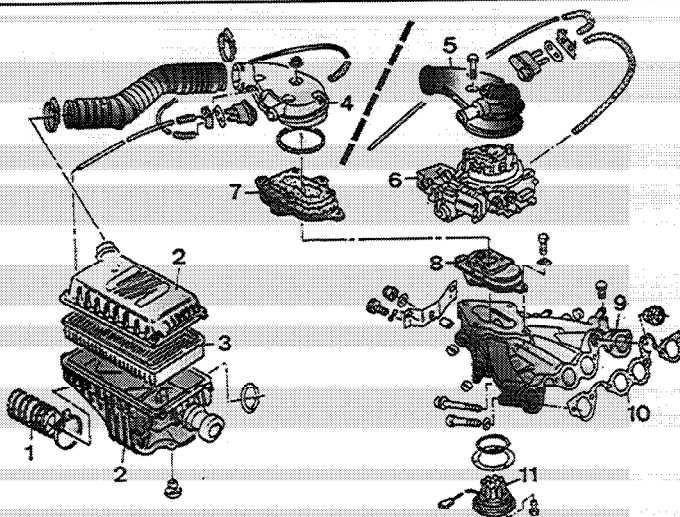


Control y reglaje del contactor de mariposa.

1 y 2. Bornes a alimentar para hacer entrar la varilla.

3 y 4. Medir la resistencia entre estos dos bornes.

fig. 35



CIRCUITO DE AIRE EN DOS MOTORES DIFERENTES

1. Manguito de aspiración - 2. Caja de filtro de aire - 3. Filtro de aire - 4-5. Tapa - 6. Unidad de control de inyección - 7-8. Base - 9. Colector de admisión - 10. Junta - 11. Calefactor.

- Desenchufar el conector del regulador de mariposa.

- Alimentar el regulador mediante una fuente de 6 V. Conectar el positivo de la alimentación al borne superior del conector y la masa al borne que queda justo debajo suyo.

- Cortar la alimentación cuando la varilla de empuje esté completamente entrada.

- Conectar un ohmímetro a los bornes inferiores del conector.

- Introducir una galga de espesor $0,5 \pm 0,10$ mm entre la palanca de la mariposa y la varilla de empuje. La resistencia no debe variar. En su caso, proceder al reglaje actuando sobre el tornillo de tope de la palanca.

Control del regulador

- Desenchufar el conector eléctrico del regulador.
- Medir la resistencia del regulador:
- entre los dos bornes superiores: de 3 a 200 ohmios.

- entre los dos bornes inferiores: mariposa abierta: 0 ohmios; mariposa cerrada: resistencia infinita.

En caso de que uno de los valores no sea correcto, cambiar el regulador.

Control del inyector

- Poner el motor a su temperatura de funcionamiento.
- Sacar la tubería de entrada de aire y la tapa de la caja de inyección.

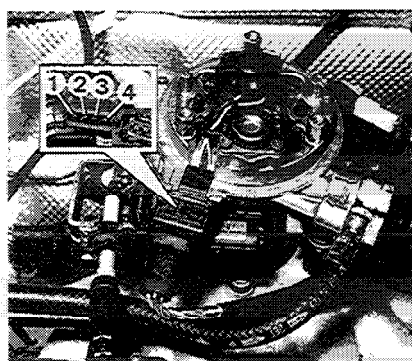
Control mecánico

- Arrancar el motor.

El chorro del inyector debe ser continuo y visible sobre la mariposa.

Control del inyector.

Medir la resistencia entre los bornes 2 y 3.



- Poner el motor a 3.000 rpm y soltar el acelerador muy rápidamente.

El chorro debe interrumpirse brevemente (corresponde al corte en deceleración).

- Quitar el contacto.

- Limpiar el inyector.

No deben caer del inyector más de dos gotas por minuto.

En caso de control defectuoso, cambiar el inyector.

Control eléctrico

- Desenchufar el conector eléctrico.

- Medir la resistencia entre los dos bornes centrales del conector.

Si la resistencia no está conforme cambiar el inyector.

Diagnóstico

El sistema de inyección de regulación electrónica Mono-Jetronic incluye un dispositivo de autodiag-

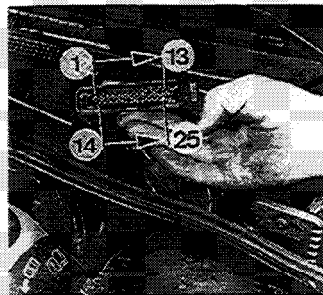


nóstico. La unidad de control del sistema de inyección está equipada con una memoria permanente que detecta, memoriza y visualiza una parte de los defectos que aparecen durante el funcionamiento del motor.

La consulta de esta memoria requiere necesariamente el empleo de herramientas especiales.

Controles eléctricos

Los órganos y el circuito eléctrico de inyección pueden ser controlados a partir del conector de la unidad de control de inyección.



Marcado de los bornes del conector de la unidad de control de inyección Mono-Jetronic.

Condiciones

- Batería en estado de carga correcto.
- Cables de masa en buen estado (motor y caja de velocidades).
- Bomba de carburante y relé de bomba en buen estado.
- Fusibles en buen estado.
- Reglajes de base del motor correctos.

Controles

Quitar el conector de la unidad de control de inyección.

Efectuar las mediciones en el conector.

En ningún caso deben introducirse en las fichas del conector las puntas del *tester*. Es necesario retirar el protector de plástico del conector y efectuar las mediciones en el lado de entrada de los cables o utilizar una caja de bornes (en el segundo caso, poner cuidado en que las marcas de los bornes de la unidad de control se correspondan con las de la caja de bornes).

203

Controles eléctricos en los bornes del conector de la unidad de control (inyección monopunto)

Etapas de control	Conexión bornes	Control	• Condiciones de control - Operaciones adicionales	Valores asignados
1	4-25	Alimentación tensión memoria averías.	• Contacto encendido quitado.	Tensión batería aprox.
2	5+9	Alimentación tensión UC, codificación.	- Dar contacto encendido.	Tensión batería aprox.
	8+11			
	9+25			
3	3+25	Contactor mariposa y válvula mando del punto encendido.	• Contacto encendido dado • Mariposa cerrada.	Tensión nula.
			- Abrir mariposa.	Tensión batería aprox.
4	12+25	Electroválvula impulsos o del depósito de carbón activo.	• Contacto encendido dado.	Tensión batería aprox.
5	17+25	Tensión relé bomba carburante.	• Contacto encendido dado.	Tensión batería aprox.
6	1+5	Señal de régimen.	- Conectar testigo diodo y accionar motor arranque. Cortar contacto encendido después de la prueba.	El diodo debe parpadear.
7	22+25	Ficha de conexión roja autodiagnóstico del vehículo.	- Conectar ficha "roja" (cerca palanca cambio) a masa.	0,5 Ω máximo.
8	5+8	Potenciómetro de mariposa.	- Actuar sobre mariposa.	520 ... 1300 Ω .
	5+7			600 ... 3500 Ω .
	5+18			600 ... 6600 Ω .
9	5+20	Cable de la sonda lambda.	- Desenchufar conector de la sonda lambda y poner ficha blanca a masa.	0,5 Ω máximo.
			- Enchufar conector.	Resistencia infinita.
10	15+16	Climatizador.	- Desenchufar el conector del compresor climatizador y cortocircuitar bornes cables verde y azul.	0,5 Ω máximo.
11	13+25	Injector y resistencia compensadora.		4 ... 6,5 Ω .
12	23+24	Regulador mariposa.		4 ... 200 Ω .
13	2+5	Transmisor temperatura refrigerante.		Ver valores en "Características detalladas".
14	5+14	Transmisor temperatura aire admisión.		Ver valores en "Características detalladas".

SISTEMAS MULTIPUNTO CON GESTIÓN COMBINADA DEL ENCENDIDO Y LA INYECCIÓN

Sistema Motrónico

El sistema Motronic combina, en una única unidad de mando electrónica, la gestión del encendido y la inyección.

Según la evolución que ha ido adquiriendo este sistema y su adaptación en los diferentes fabricantes de automóviles, ha adoptado para la medida del aire de admisión de un caudalímetro de compuerta un medidor másico o un sensor de presión absoluta según las necesidades de diseño del fabricante.

La electrónica ha permitido incorporar la posibilidad de autodiagnóstico en caso de averías y sustituir mediante parámetros de valor medio, los valores de señal de algunos sensores en caso de fallo.

También el equipamiento de sistemas anticontaminantes: catalizador, control de vapores de gasolina, válvula RGE, le ha permitido adaptarse a la evolución a lo largo de los años y ser controlador por la unidad Motronic.

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Alfa Romeo Alfetta 2.0 i	Bosch Motronic	1981-85
Alfa Romeo 75 2.0 Twin Spark	Motronic ML4.q	1987-90
Alfa Romeo 90 2.0 i	Bosch Motronic	1984-87
Alfa Romeo 164 2.0 TS/V6	Motronic ML4.1	1986-90
Alfa 155 1.8 Twin Spark	Bosch Motronic M1.7	1992-94
Alfa 155 2.0 Twin Spark	Bosch Motronic M1.7	1992-94
Alfa 155 2.5 V6	Bosch Motronic M1.7	1992-94
Alfa 33, 1.7 Kat i.e.	Bosch Motronic ML4.1	1990-92
Alfa 164 2.0 Twin Spark	Bosch Motronic MP3.1	1993-
Audi A4 1.6/1.8	Bosch Motronic 3.2	1995-
BMW 325i/325e	Bosch Motronic	1985-91
BMW 530i/535i/Kat	Bosch Motronic	1980-90
BMW M535i/Kat	Bosch Motronic	1985-88
BMW 730i/735i/Kat	Bosch Motronic	1987-90
BMW 520i (E34)	Bosch Motronic M3.1	1988-90
BMW 525i (E34)	Bosch Motronic M3.1	1988-90
BMW 316i/318i/518i	Bosch Motronic 1.3	1988-92
BMW 316i/318i/518i	Bosch Motronic M1.7	1991-92
BMW 320i/325i	Bosch Motronic M3.1	1991-92
Citroën ZX 1.9	Bosch Motronic MP3.1	1991-92
Citroën BX 1.9 GTi	Bosch Motronic MP3.1	1990-92
Citroën XM 2.0	Bosch Motronic MP3.1	1990-92
Citroën ZX 1.9 8V	Bosch Motronic M1.3	1991-92
Citroën BX 1.9 TZI	Bosch Motronic M1.3	1990-92
Citroën BX 19 GTi 16V	Bosch Motronic ML4.1	1988-92
Citroën BX 19 16V	Bosch Motronic M1.3	1990-92
Citroën ZX 1.8i	Bosch Motronic MP5.1	1992-94
Citroën Xantia 1.8i	Bosch Motronic MP5.1	1993-94
Citroën XM 2.0 Turbo	Bosch Motronic MP3.2	1991-94
Citroën XM 2.0 16V	Bosch Motronic MP5.1	1994-
Mercedes-Benz C180 (202)	PMS-Motronic	1993-
Mercedes-Benz C200 (202)	PMS-Motronic	1993-
Opel Kadett 2.0i GSi/Kat	Bosch Motronic ML4	1986-90
Opel Ascona C 2.0i/Kat	Bosch Motronic ML4	1986-88
Opel Omega 2.0i	Bosch Motronic ML4	1986-90
Opel Corsa-A 1.6i Cat	Bosch Motronic M1.5	1991-93



Opel Astra-F 2.0	Bosch Motronic 1.5.2	1993-
Opel Astra-F 2.0	Bosch Motronic M2.8	1993-
Opel Vectra 2.0	Bosch Motronic M2.8	1993-95
Opel Vectra 2.0 Turbo	Bosch Motronic 2.7	1993-95
Opel Vectra 2.5 V6	Bosch Motronic M2.8	1993-
Opel Omega-B 2.0	Bosch Motronic 1.5.4	1994-
Opel Calibra 2.0	Bosch Motronic M2.8	1993-
Opel Calibra 2.0 Turbo	Bosch Motronic 2.7	1993-
Opel Calibra 2.5 V6	Bosch Motronic M2.8	1993-
Opel Senator-B 2.6i 12V	Bosch Motronic 1.5	1990-93
Opel Kadett/Astra GSi 16V	Bosch Motronic M2.5	1988-92
Opel Vectra 2000 16V	Bosch Motronic M2.5	1989-92
Opel Calibra 2.0i 16V	Bosch Motronic M2.5	1990-92
Opel Kadett/Calibra/Vectra/Omega 2.0	Bosch Motronic M1.5	1990-92
Peugeot 306 1.6/1.8i	Motronic MP5.1	1992-94
Peugeot 405 1.8i	Motronic MP5.1	1992-94
Peugeot 405 Mi 16	Bosch Motronic ML4	1988-92
Peugeot 106 1.4	Bosch Motronic MP3.1	1992-
Peugeot 405 Mi 16	Bosch Motronic MP3.2	1993-
Peugeot 205/309/405 1.9	Bosch Motronic M1.3	1989*92
Peugeot 309/405 1.9 16V	Bosch Motronic M1.3	1990-92
Peugeot 405 1.9 / 605 2.0	Bosch Motronic MP3.1	1990-92
Volvo 740 Kat/Turbo	Bosch Motronic	1985-91
Volvo 960 3.0 24V	Motronic 1.8	1991-92

Sistema Rénix

Sistema de inyección controlado electrónicamente.

La característica principal de este sistema en comparación con las anteriores (LE-LH) está en la forma de determinar la cantidad de aire aspirado por el motor. En el sistema Rénix utiliza la medida indirecta de la cantidad de aire, mediante un sensor que mide la presión absoluta del aire y el número de revoluciones del motor (sistema velocidad-presión).

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Renault 21 2.0i	Renix Electronic	1986-90
Renault 25 V6 Turbo	Renix Electronic	1985-90
Volvo 480 ES	Renix	1986-88
Renault Clio 1.8 RT	Bendix/Renix Multipunto	1991-92
Renault R19 1.8 16V	Bendix/renix Multipunto	1990-92
Renault R19 1.7i	Renix/Bendix MPI	1989-94
Renault Espace 2.0i	Renix Multipunto	1988-91
Renault 25 V6	Renix/Bendix MPI	1988-93
Renault Espace V6	Renix/Bendix MPI	1991-

Sistema Ford EEC V

Este sistema exclusivo de la marca Ford, es una evolución del anterior sistema ECC IV, y es lo último de la marca en cuanto a gestión combinada de la inyección y el encendido (ver apartado práctico donde se describe este sistema) para los automóviles Ford de última generación.

La medición de la cantidad de aire aspirada se realiza mediante un medidor másico a hilo caliente.

Incorpora función autodiagnosis, funcionamiento en fase degradada (fallo de algún sensor) y control del sistema anticontaminante.

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Ford Contour 2,0 16V (121) Kat	ECC IV	1994-
Ford Contour 2,5-V6 24V (155) Kat	ECC IV	1994-
Ford Windstar 3,0-V6 (182) Kat	ECC V	1994-
Ford Windstar 3,8-V6 (232) Kat	ECC V	1994-
Ford Explorer 4,0-V6 OHV (245) Kat	ECC V	1994-
Ford Explorer 5,0-V8 (302) Kat	ECC V	1994-
Ford Expedition 4x2 4,6-V8 (281) Kat	ECC V	1994-
Ford Expedition 4x4 4,6-V8 (281) Kat	ECC V	1994-

Sistema TCCS de Toyota

El sistema Toyota TCCS (Toyota Computer Control System) controla el sistema electrónico de inyección de gasolina y el avance de encendido.

Para la inyección utiliza el sistema de medida del aire de admisión mediante un sensor que mide la presión absoluta del aire (sensor MAP).

En el apartado de prácticas se describe un modelo de Toyota con este sistema.

VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Toyota Corolla GT 16V	Toyota TCCS	1984-90
Toyota Corolla Coupe GT	Toyota TCCS	1984-87
Toyota Celica 2,0 GT	Toyota TCCS	1985-90
Toyota Camry 2,0i	Toyota TCCS	1986-90
Toyota MR2	Toyota TCCS	1985-90
Toyota 3,0i	Toyota TCCS	1986-90
Toyota Camry GLXi V6	Toyota TCCS EFI	1989-92
Toyota Carina II 2,0i	Toyota TCCS EFI	1988-92
Toyota Camry GLi	Toyota TCCS EFI	1986-92
Toyota Camry 2,2	Toyota TCCS EFI	1991-94
Toyota Previa	Toyota TCCS EFI	1990-94
Toyota Corolla 1,3i	Toyota TCCS EFI	1992-
Toyota Corolla 1,6i	Toyota TCCS EFI	1992-
Toyota Corolla 1,8i	Toyota TCCS EFI	1992-
Toyota Carina E 1,6i	Toyota TCCS EFI	1992-
Toyota Carina E 2,0i	Toyota TCCS EFI	1992-
Toyota Carina E 2,0 GTi	Toyota TCCS EFI	1992-

Otras variantes ECCS de Nissan, PGM-EFI de Honda

Los sistemas utilizados por los fabricantes japoneses, Nissan y Honda, en la actualidad, utilizan los sistemas de gestión combinada inyección y encendido, como los descritos hasta ahora.

En el caso de Nissan, la forma en que realiza el control de la cantidad de aire aspirado es mediante un medidor másico de hilo caliente y en el caso de Honda, mediante un sensor de presión absoluta (sistema velocidad-presión).



SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA RENIX (fig. 1)

Este sistema de inyección electrónica proporciona una inyección intermitente de carburante en el colector de admisión.

El principio de funcionamiento se basa en la presión existente en el colector de admisión y el régimen de giro del motor.

La inyección se hace en modo simultáneo, o sea que, se da mando a todos los inyectores al mismo

tiempo. La central de inyección controla al mismo tiempo el sistema de encendido.

Para realizar toda esta gestión la central electrónica necesita información de otros parámetros del estado de funcionamiento del motor como la temperatura motor, temperatura del aire, posición de la mariposa, etc.

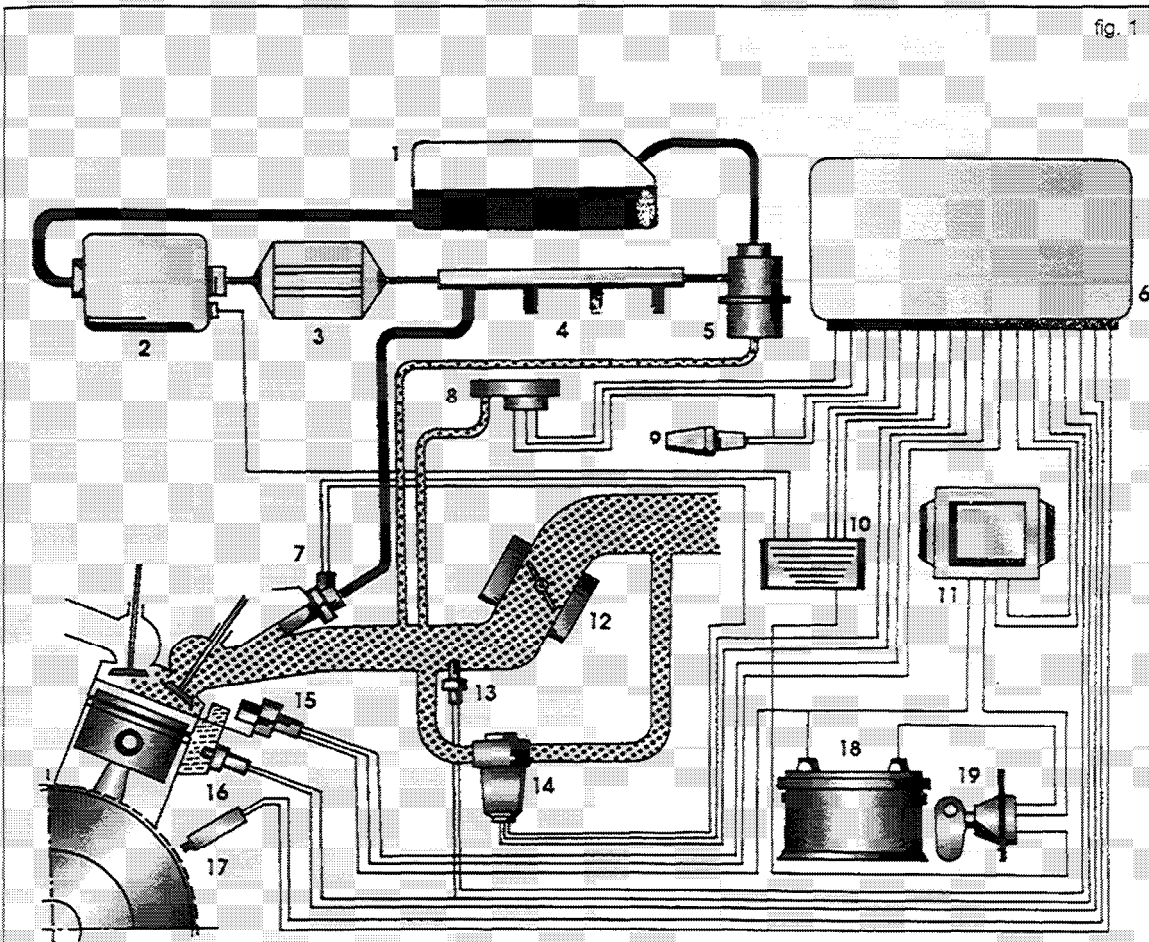


fig. 1

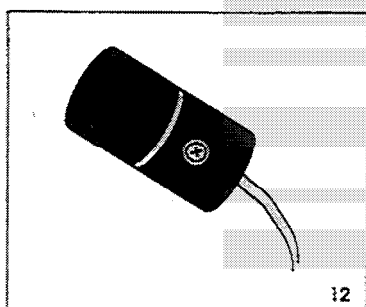
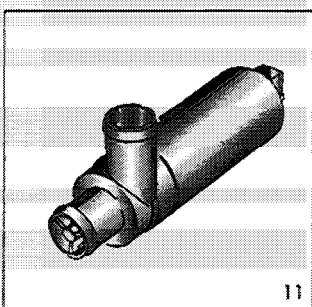
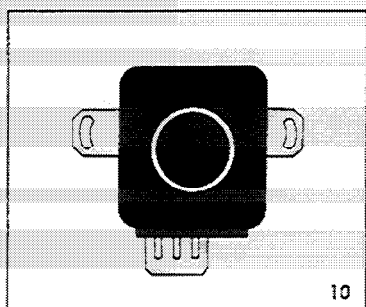
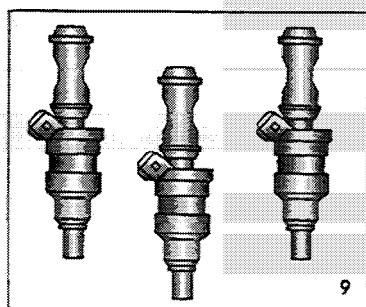
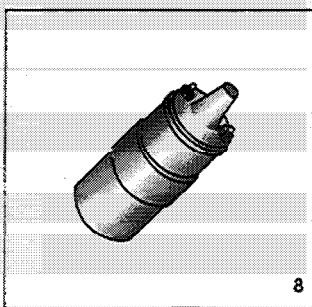
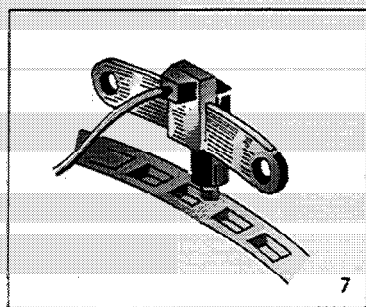
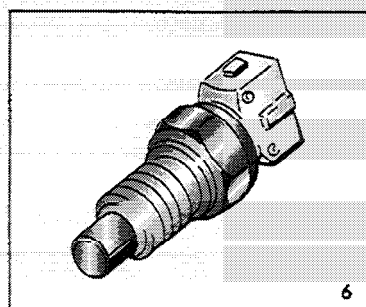
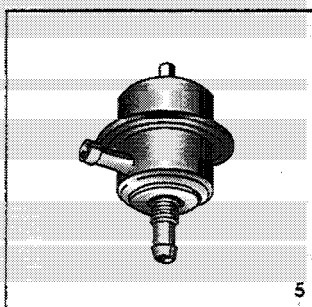
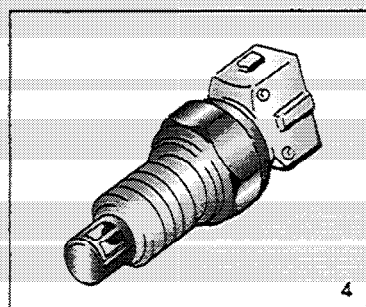
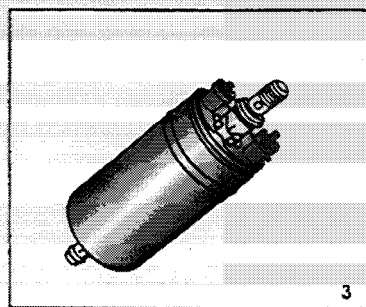
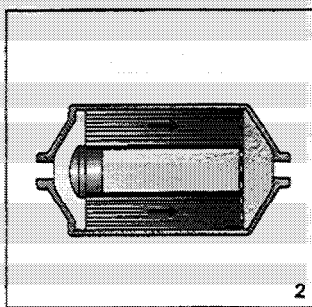
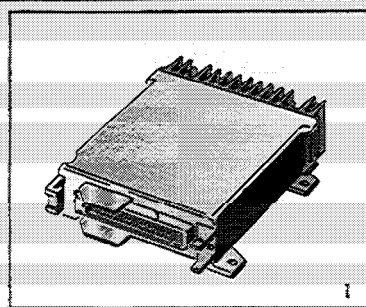
207

- 1.- Depósito de carburante.
- 2.- Bomba.
- 3.- Filtro.
- 4.- Rampa de inyectores.
- 5.- Regulador de presión.
- 6.- Central electrónica.
- 7.- Inyector electromagnético.

- 8.- Sensor de presión absoluta.
- 9.- Potenciómetro de regulación de % de CO.
- 10.- Relé principal.
- 11.- Módulo de potencia.
- 12.- Interruptor de mariposa.
- 13.- Sensor de temperatura de aire.

- 14.- Actuador de ralentí.
- 15.- Sensor de picado.
- 16.- Sensor de temperatura motor.
- 17.- Sensor de fase y régimen.
- 18.- Batería.
- 19.- Conmutador de encendido.

COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN (fig. 2)



- 1.- Central electrónica.
- 2.- Filtro de carburante.
- 3.- Bomba.
- 4.- Sensor de temperatura de aire.
- 5.- Regulador de presión.
- 6.- Sensor de temperatura motor.

- 7.- Sensor de fase y régimen.
- 8.- Bobina de alta tensión.
- 9.- Inyector electromagnético.
- 10.- Interruptor de mariposa.
- 11.- Actuador de ralenti.
- 12.- Potenciómetro de regulación de CO.

fig. 2



RELACIÓN AIRE-CARBURANTE

La dosificación o relación de mezcla resulta de la relación existente entre el peso de gasolina y el aire aspirado por el motor.

El consumo de carburante está alrededor de 1 Kg de gasolina por cada 15 Kg de aire o, dicho de otro modo, será necesario disponer de 10.000 l. de aire para consumir 1 l de gasolina.

El valor exacto (teóricamente) para una combustión completa, o relación estequiométrica, es de 14,7 Kg aire / 1 Kg de gasolina.

La combustión incompleta de carburante en los cilindros de un motor es directamente proporcional a la emisión de sustancias tóxicas en los gases de escape. Debido a que la combustión de un carburante no es completa, será necesario, para reducir la polución atmosférica, mejorar la composición de los gases de escape de los motores de combustión interna.

Todas las disposiciones legales relativas a la reducción de los gases contaminantes se establecen para limitar la emisión de sustancias tóxicas, siempre manteniendo un razonable consumo de carburante, excelentes prestaciones y un buen comportamiento en carretera.

BOMBA DE COMBUSTIBLE

La bomba de combustible, está situada a la salida del depósito y suministra la gasolina a presión a los inyectores. Está constituida por un motor eléctrico que arrastra una cámara cilíndrica excéntrica con un disco que contiene cinco cavidades donde están los cojinetes.

Debido a la fuerza centrífuga, los cojinetes se proyectan contra las paredes exteriores, aumentando el volumen de las cavidades que se llenan de gasolina; cuando debido a la rotación, el volumen de las cámaras se reduce, el carburante adquiere presión y resulta impulsado, saliendo con un caudal de 2,2 l/min.

Una válvula antirretorno mantiene una presión residual al circuito para evitar el desencebado cuando la bomba está parada e incorpora una válvula de seguridad por sobrepresión tarada a los 5 bars.

El motor eléctrico está sumergido en la propia gasolina que le sirve de refrigerante.

FILTRO DE COMBUSTIBLE

El filtro es montado en el circuito de carburante a continuación de la bomba eléctrica para eli-

minar las eventuales impurezas de carburante.

Este filtro está constituido de un cuerpo metálico cilíndrico conteniendo un elemento filtrante de papel poroso y un filtro metálico que retiene las partículas de papel.

En el interior, los elementos filtrantes son fijados a las partes metálicas mediante una placa soporte. El tubo de llegada y el de salida están situados cada uno en un extremo del filtro.

Una flecha dibujada en el exterior del filtro indica el sentido de montaje del mismo.

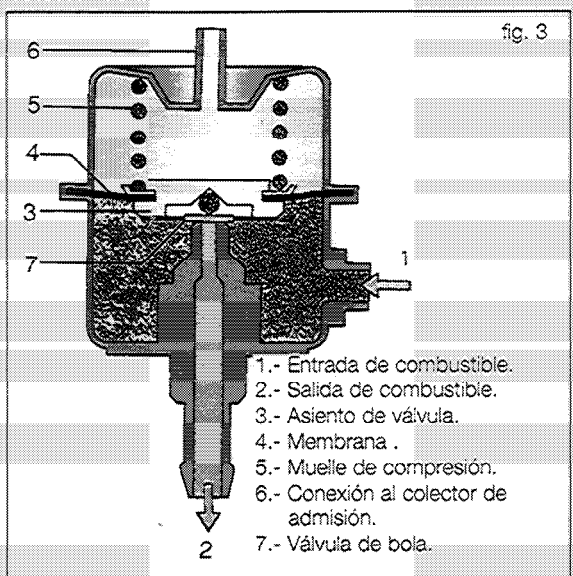
REGULADOR DE PRESIÓN (fig. 3)

Su misión es mantener constante la presión del combustible en los inyectores aunque varíen las condiciones del motor.

Está formado por una carcasa metálica con el interior separado por dos cámaras mediante una membrana donde se aloja una válvula. En una de las cámaras la gasolina ejerce presión sobre la membrana, que es contrastada por un muelle tarado manteniendo cerrada la válvula de salida de gasolina al retorno.

Cuando la presión del combustible supera la del tarado del muelle se abre la válvula de salida y el exceso de carburante retorna al depósito.

Para conseguir que la presión en la punta de los inyectores sea siempre la misma a cualquier régimen se conecta neumáticamente la cámara donde se aloja el muelle con el colector de admisión. Así el regulador compensa las oscilaciones de presión en el colector de admisión.



INYECTORES**ELECTROMAGNÉTICOS (figs. 4 y 5)**

El carburante es dosificado por los inyectores situados sobre los distintos conductos antes de las válvulas de admisión.

Un inyector está constituido por un cuerpo contenedor, un bobinado eléctrico (3), por un núcleo magnético (2) solidario a una aguja (1) que hace estanqueidad en la zona inferior del cuerpo del inyector.

El campo magnético creado por los impulsos eléctricos que envía la central electrónica provoca el desplazamiento vertical de la aguja y con ello la salida intermitente de gasolina.

El tiempo de apertura del inyector es determinado por la central electrónica.

La presión de alimentación es de $3 \pm 0,2$ bar.

fig. 4

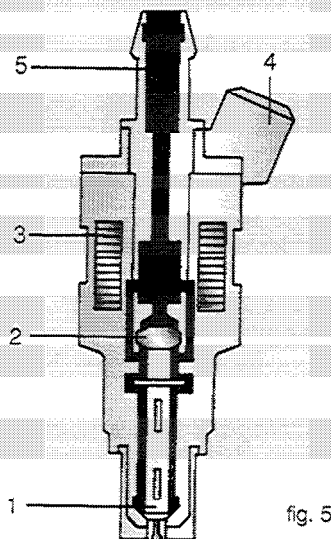
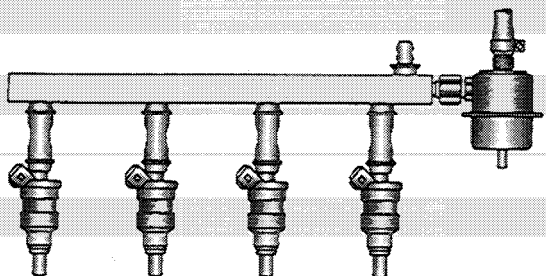


fig. 5

VÁLVULA DE REGULACIÓN DE RALENTÍ (fig. 6)

La válvula de regulación de ralentí es un elemento controlado electrónicamente por la centralita que está dispuesta de tal modo que gestiona la circulación de un caudal de aire en paralelo con la mariposa para hacer frente a las oscilaciones del motor en distintas fases de funcionamiento, cuando la válvula de mariposa está cerrada. De esta manera, se consigue mantener un régimen de ralentí estable.

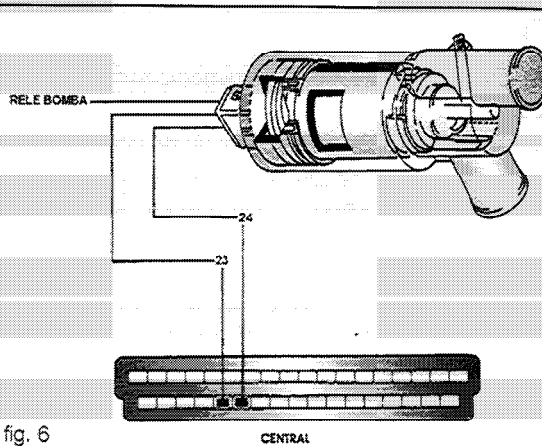


fig. 6

SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE (fig. 7)

El sensor montado en el colector de admisión está constituido por un cuerpo metálico del cual sale un tubo de plástico con aperturas que protege un termistor NTC capaz de reducir su resistencia cuando la temperatura se incrementa.

El sensor está alimentado por la central a una tensión de 5 V y detecta la temperatura en el interior del colector.

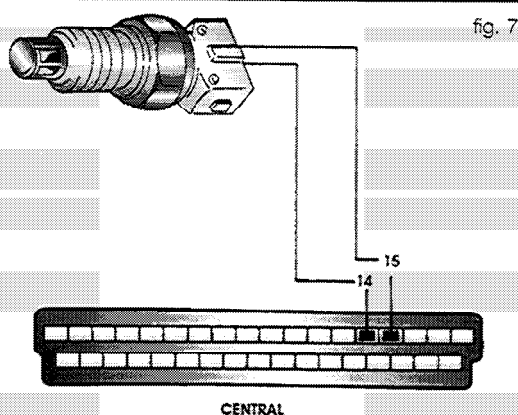
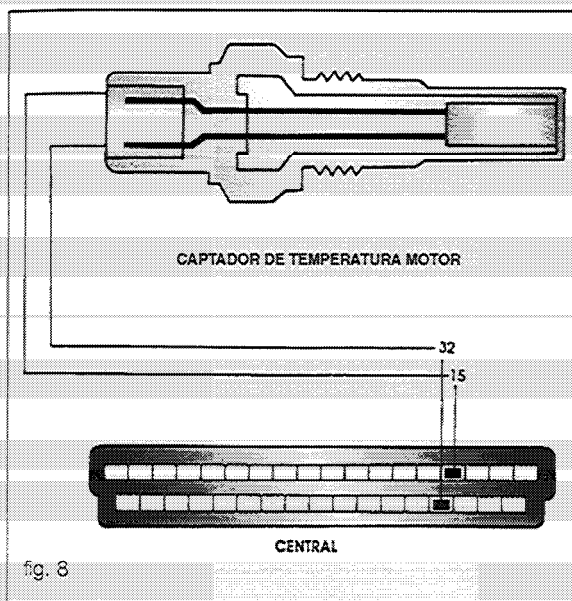


fig. 7

SONDA DE TEMPERATURA DEL MOTOR (fig. 8)

La sonda de temperatura del motor está constituida por una resistencia NTC alojada dentro de un cuerpo metálico y realizada en materia semiconductora de forma que su resistencia eléctrica disminuya cuando aumenta la temperatura.

La sonda de temperatura capta la temperatura del líquido de refrigeración, transmite a la centralita de inyección una información que le permite conocer la temperatura de funcionamiento del motor y así poder realizar las estrategias de arranque en frío, estabilización de ralentí y *cut off*.



INTERRUPTOR DE MARIPOSA (fig. 9)

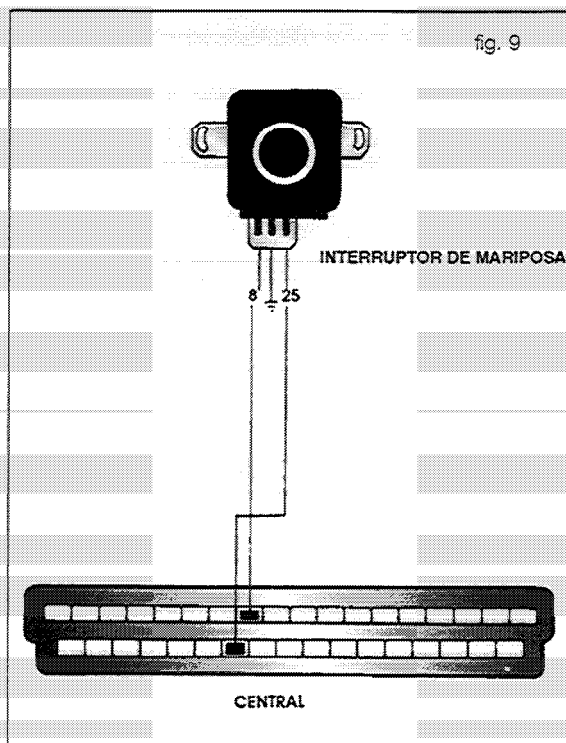
En función de la fase de funcionamiento del motor, el sistema de regulación envía los impulsos de comando a los inyectores en base a las informaciones que recibe de los distintos sensores.

La central electrónica, a fin de economizar el consumo de carburante y eliminar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, corta la alimentación de los inyectores en fase de deceleración.

Para ello necesita la información de la posición de la mariposa (contacto de ralentí) y del régimen de giro (sensor de R.P.M. - P.M.S.).

Otra de las funciones del interruptor de mariposa en posición de ralentí es activar la válvula de control del aire en paralelo con la mariposa para mantener el régimen de ralentí estable.

Cuando la mariposa está totalmente abierta, el interruptor señala la condición de plena carga a la central y ella aplica una estrategia de enriquecimiento para obtener las mejores prestaciones del vehículo aunque ello penalice en el consumo de carburante.



CAPTADOR DE PRESIÓN ABSOLUTA (figs. 10 y 11)

A fin de detectar la presión de aire existente en el colector de admisión y con ello el peso del mismo, el sistema utiliza un sensor de presión que transforma las variaciones de presión en variaciones de tensión.

El captador de presión absoluta detecta las variaciones de presión en el interior del colector según los cambios de carga y velocidad de rotación del motor.

Este sistema permite conjuntamente con el valor de temperatura de aire saber el peso del aire que entra en el colector de admisión y así poder establecer

con exactitud la cantidad de gasolina a inyectar para conseguir una determinada relación de mezcla.

212

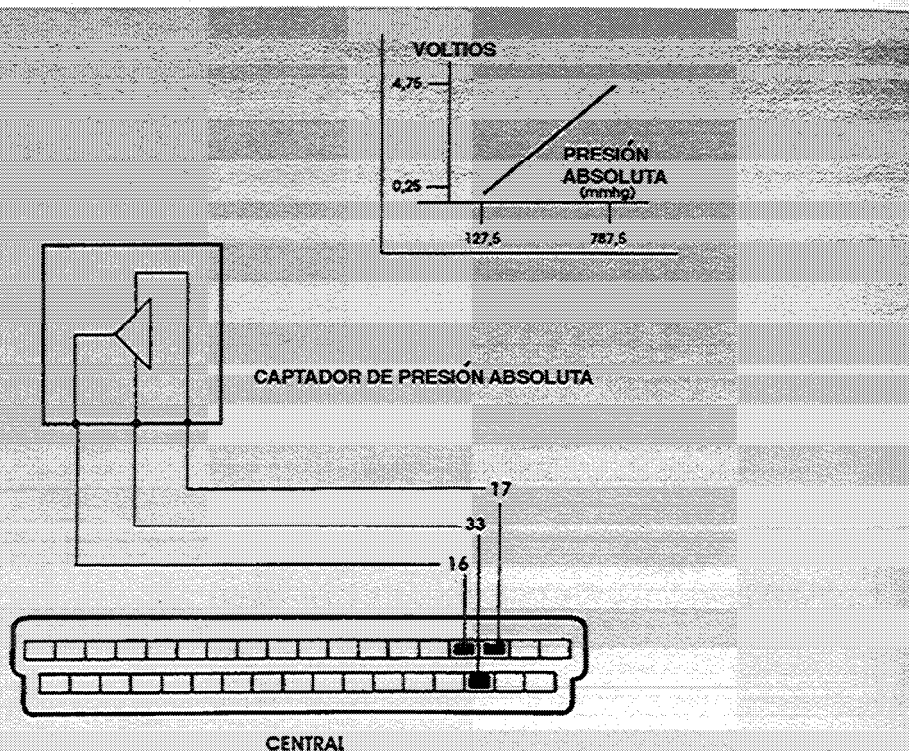
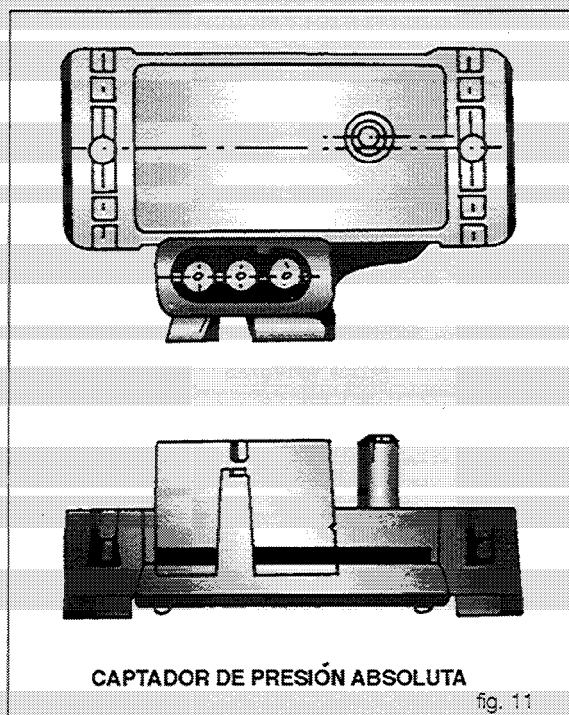


fig. 10



El captador está constituido por un diafragma realizado en materia aislante dentro del cual están emplazadas unas resistencias que forman un puente de medida.

El puente de resistencia está formado por sensores piezoeléctricos que son sensibles a las deformaciones mecánicas.

El diafragma está unido neumáticamente al colector de admisión por medio de un tubo de manera que las variaciones de presión actúan directamente sobre el diafragma provocando su deformación. Esta deformación actúa sobre el puente de resistencia variando la tensión de salida.

La tensión de salida del puente es ajustada a las escalas de trabajo deseadas de manera que se obtiene una tensión final de salida comprendida entre 0-5 V siguiendo de manera lineal las variaciones de presión.

SENSOR DE RPM Y FASE (figs. 12 y 13)

El sensor encargado de dar información relativa al régimen de giro y la fase motor es del tipo inductivo. El funcionamiento está basado en el principio electromagnético de inducción de corriente al variar la posición de un campo magnético que se encuentra cerca de una espiral.

El sensor está formado por un imán permanente al cual está enrollado una espiral. Cerca del sensor se encuentra una rueda fónica dentada que gira sincronizadamente con el motor.

Cuando la rueda fónica gira pasando cerca del sensor rompe las líneas de fuerza generadas por el imán permanente y se induce una tensión en la bobina del sensor.

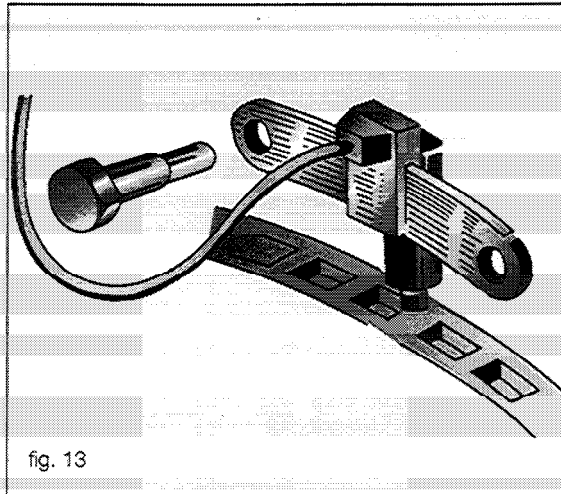
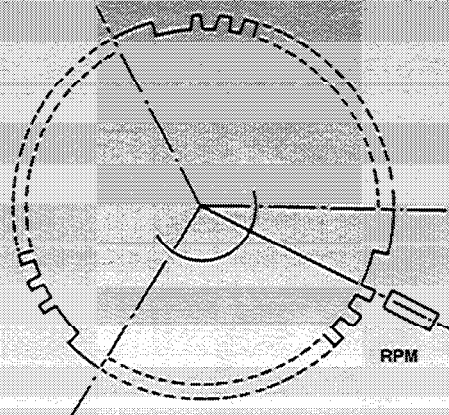
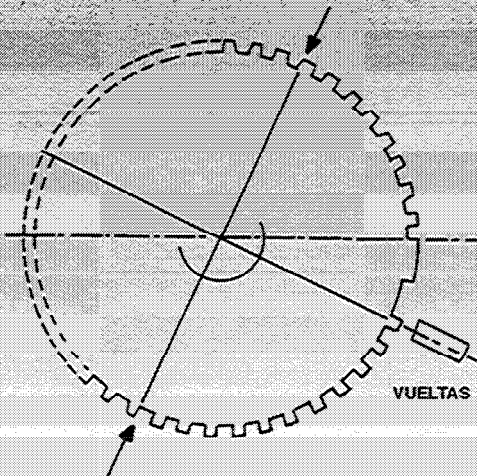


fig. 13

fig. 12



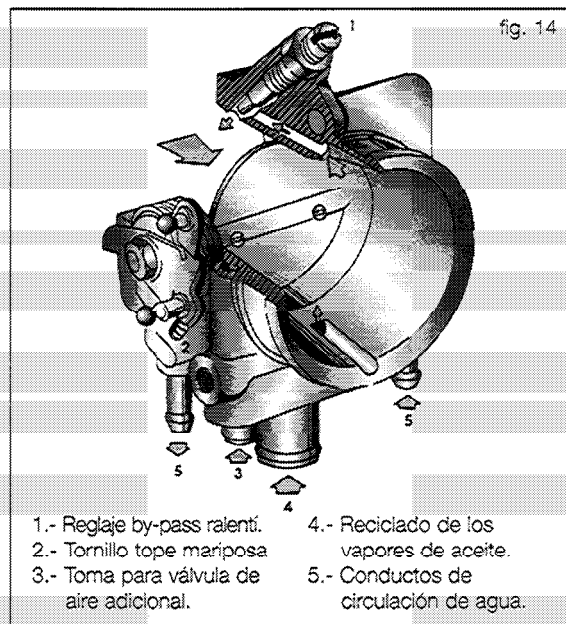
213

CUERPO DE MARIPOSA (fig. 14)

El cuerpo de mariposa está fijado en el colector de admisión. La cantidad de aire que aspira el motor está regulado por la posición de la mariposa.

En funcionamiento regular al ralentí, un canal de *by-pass* está previsto en el cuerpo de mariposa que dispone de un tornillo de regulación asegurando un reglaje de 750 rpm.

Un segundo tornillo permite la graduación de la válvula de mariposa. El cuerpo de mariposa dispone igualmente de toma para la válvula de aire adicional, conductos para el reciclaje de los vapores de aceite y la recirculación de agua.



- 1.- Reglaje by-pass ralentí.
- 2.- Tornillo tope mariposa
- 3.- Toma para válvula de aire adicional.

- 4.- Reciclado de los vapores de aceite.
- 5.- Conductos de circulación de agua.

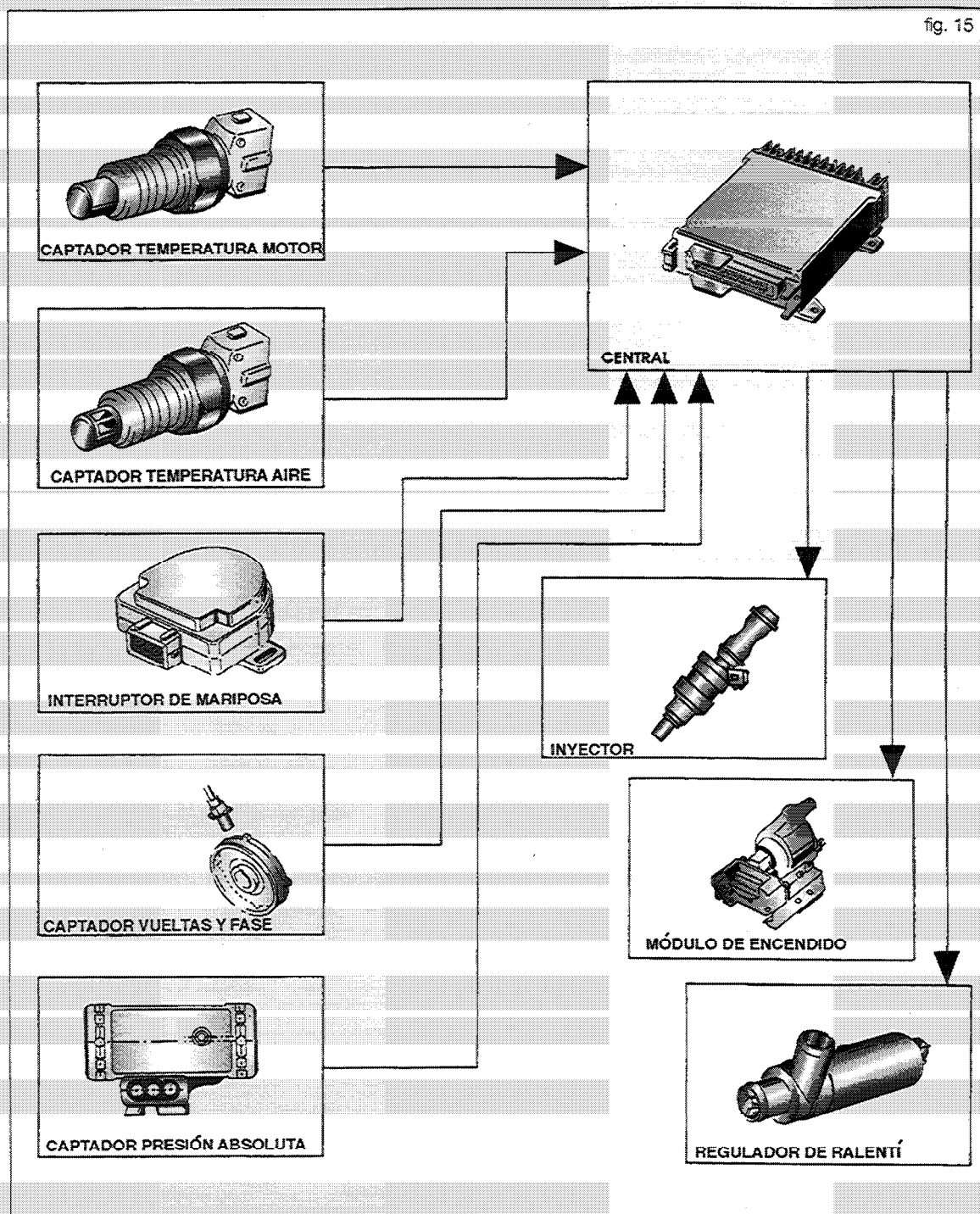
CONEXION A LA CENTRAL (fig. 15)

La central Renix controla los parámetros relativos a la alimentación motor (carburante inyectado) además del encendido.

Para realizar esta gestión la central necesita recibir las señales siguientes:

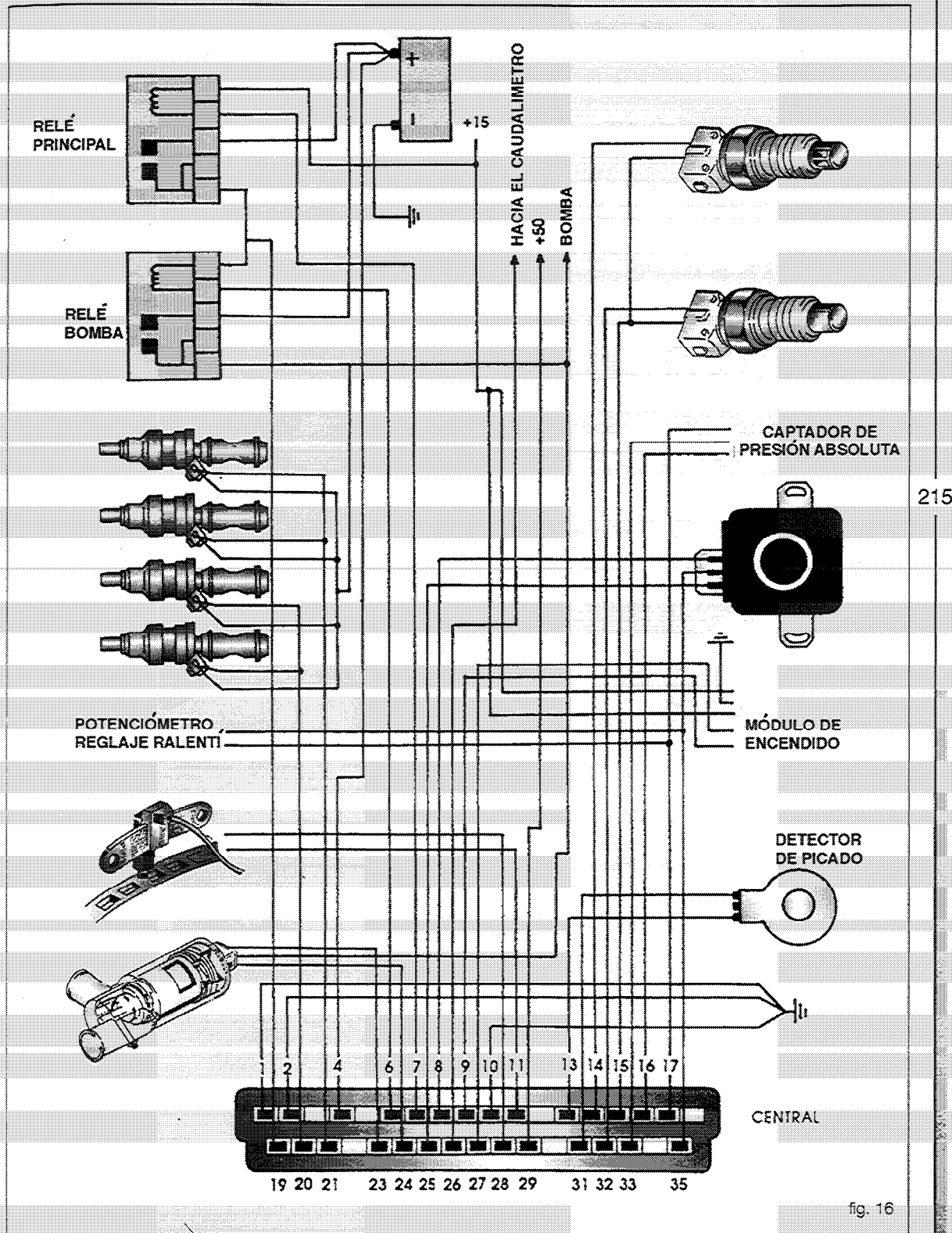
- 1.- Presión absoluta en el colector de admisión
- 2.- Temperatura de aire de admisión y temperatura motor.
- 3.- Régimen de giro y posición.
- 4.- Posición de mariposa.

fig. 15





ESQUEMA ELÉCTRICO RENAULT 21, 25 INYECCIÓN Y VOLVO 480 ES (fig. 16)



SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MOTRONIC (fig. 17)

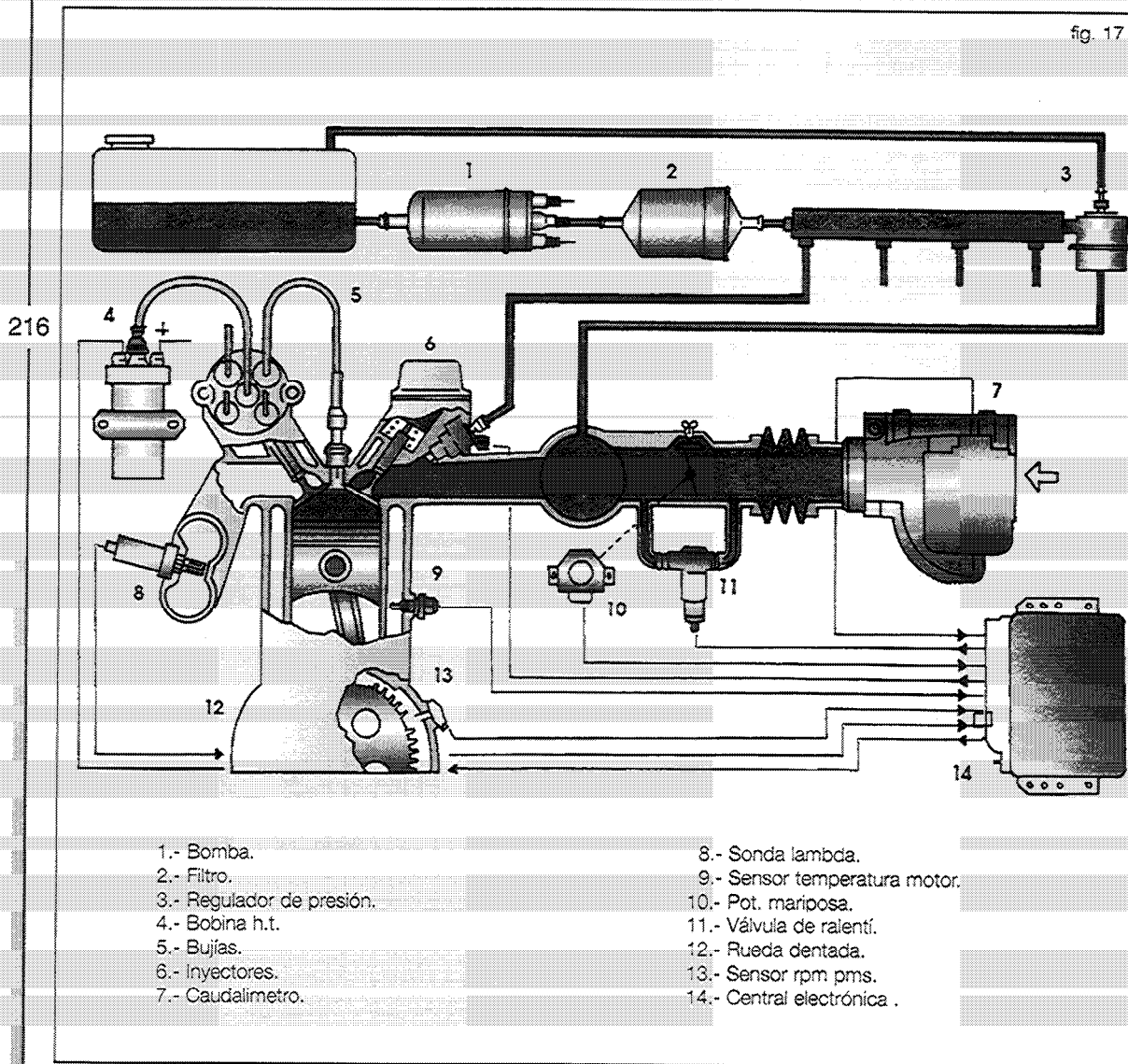
Este sistema de inyección multipunto utiliza una central electrónica para realizar tanto la gestión del sistema de inyección como la de encendido

El sistema Motronic permite numerosas ventajas debido al mejoramiento de la regularidad de funcionamiento del motor, un menor consumo de carburante, una mayor fiabilidad y una reducción sensi-

ble de la cantidad de sustancias contaminantes contenidas en los gases de escape.

Una combinación de encendido electrónico con cartografía e inyección de mando electrónico realizada con alta tecnología aseguran la optimización del sistema.

fig. 17





BOMBA ELÉCTRICA DE CARBURANTE (fig. 18)

Es una bomba eléctrica de tipo centrífugo situada a la salida del depósito; en su interior hay una cámara cilíndrica excéntrica con un disco que contiene cinco cavidades donde están los cojinetes. Debido a la fuerza centrífuga los cojinetes resultan proyectados contra las paredes, aumentando el volumen de las cavidades y aspirando la gasolina, que se impulsa hasta el tubo distribuidor.

La bomba tiene una válvula de descarga que limita la presión del circuito. De esta manera se evita que una posible obstrucción provoque la avería de la propia bomba.

Cuando la bomba está parada, una válvula a la salida mantiene una presión residual en el circuito.

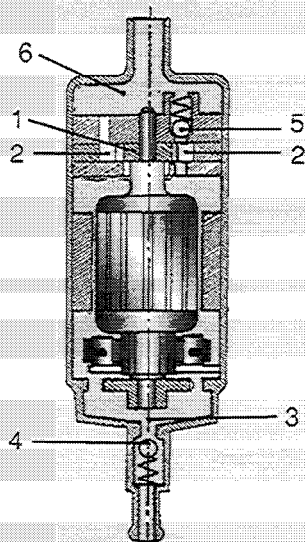
El motor está bañado en la propia gasolina que le sirve al mismo tiempo de lubricante y refrigerante.

Aunque pueda parecer que existe riesgo de inflamación al estar en contacto la gasolina con el motor eléctrico, esto no es posible debido a la ausencia de aire que impide la combustión.

Al poner el contacto del vehículo la bomba se pone en marcha permaneciendo en funcionamiento todo el tiempo en que el motor está en marcha.

Existe un sistema de seguridad para la bomba cuando no hay mando de encendido.

fig. 18



- 1.- Rotor - 2.- Cojinetes - 3.- Tubo de salida -
4.- Válvula antirretorno - 5.- Válvula de sobrepresión -
6.- Cámara de admisión.

FILTRO DE CARBURANTE

Un filtro es montado en el circuito de carburante a continuación de la bomba eléctrica para eliminar las eventuales impurezas de carburante.

Este filtro está constituido de un cuerpo metálico cilíndrico conteniendo un elemento filtrante de papel poroso y un filtro metálico que retiene las partículas de papel.

En el interior, los elementos filtrantes son fijados a las partes metálicas mediante una placa soporte. El tubo de llegada y el de salida están situados cada uno en un extremo del filtro.

Una flecha dibujada en el exterior del filtro indica el sentido de montaje del mismo.

REGULADOR DE PRESIÓN (fig. 19)

El regulador de presión mantiene fija la presión diferencial de alimentación de los inyectores.

Está montado en el extremo de la rampa de inyección.

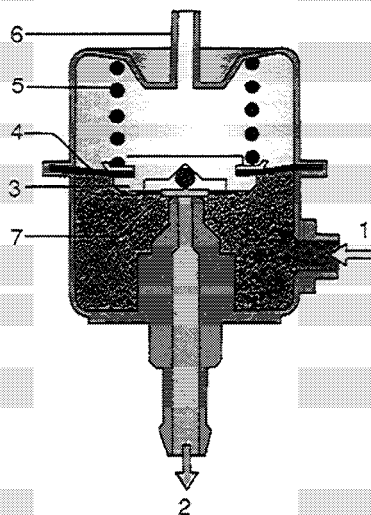
El regulador de presión está formado por una carcasa metálica (3) subdividida en dos cámaras por una membrana (4) siendo accionada por un muelle (5).

Cuando la presión sobrepasa un valor predeterminado, la válvula (7) se abre para permitir al exceso de carburante retornar al depósito.

Un tubo (6) conecta el conducto de aspiración al alojamiento del muelle (señal de depresión). Así la relación entre la presión del circuito de carburante y la presión absoluta del colector de admisión se mantiene constante en todas las condiciones de funcionamiento.

217

fig. 19



AMORTIGUADOR DE PULSACIONES VÁLVULA DE AIRE ADICIONAL

El amortiguador, está conectado antes de la rampa de inyección de carburante y tiene como función suprimir los picos de pulsación que se pueden producir especialmente a bajo régimen.

Las pulsaciones son debidas a la apertura y cierre de los inyectores.

La válvula de aire adicional, o también llamada, actuador rotativo de ralentí, está controlada electrónicamente por la unidad electrónica de control, que determina en todo momento la cantidad de aire necesaria, para mantener un régimen estable de ralentí.

INYECTORES

ELECTROMAGNÉTICOS (fig. 20)

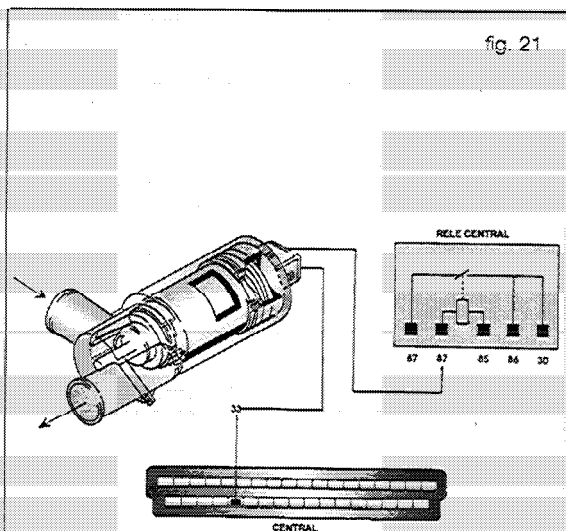
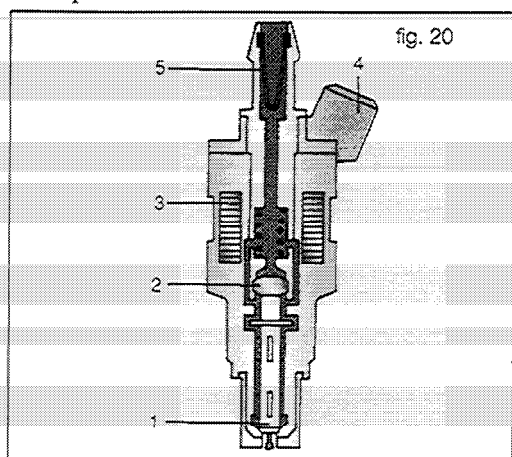
El carburante es dosificado por los inyectores situados sobre los distintos conductos antes de las válvulas de admisión.

Un inyector está constituido por un cuerpo contenedor, un bobinado eléctrico (3), un núcleo magnético (2) solidario a una aguja (1) que hace estanqueidad en la zona inferior del cuerpo del inyector.

El campo magnético creado por los impulsos eléctricos que envía la central electrónica provoca el desplazamiento vertical de la aguja y con ello la salida intermitente de gasolina.

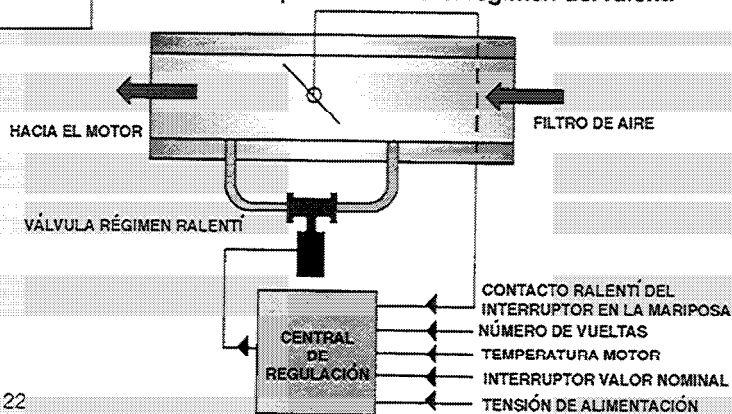
El tiempo de apertura del inyector es determinado por la central electrónica.

ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LA VÁLVULA DE AIRE ADICIONAL (fig. 21) Y UBICACIÓN (fig. 22)



VÁLVULA RÉGIMEN RALENTÍ

Montada en el conducto bypass de mariposa del acelerador que determina el régimen del ralentí



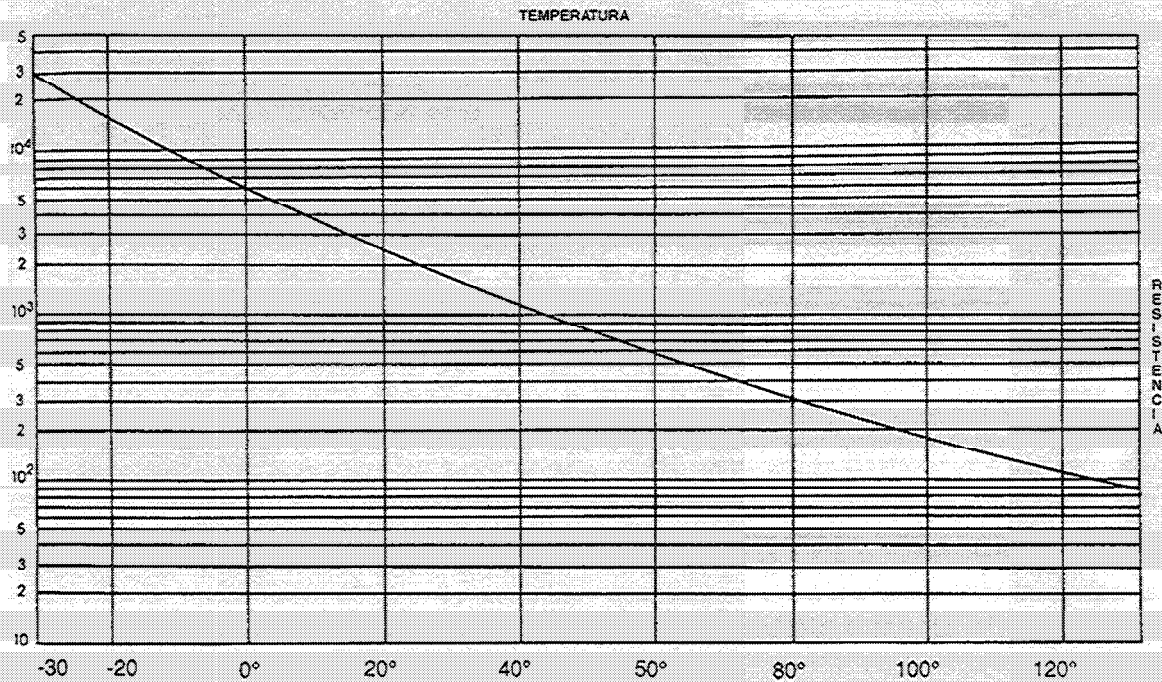


SONDA DE TEMPERATURA DEL MOTOR

La sonda de temperatura capta la temperatura del líquido de refrigeración, transmite a la centralita de inyección una información que le permite conocer la temperatura de funcionamiento del motor y así poder realizar las estrategias de arranque en frío, estabilización de ralentí y *cut off*.

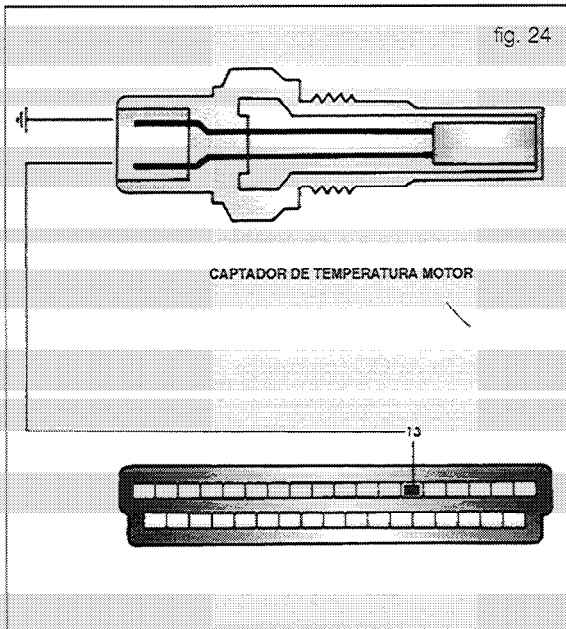
En los motores enfriados por agua, la sonda de temperatura se monta en el circuito de refrigeración.

Está constituida por una resistencia NTC (coeficiente de temperatura negativo) dispuesto en el interior de un cuerpo metálico. Su naturaleza eléctrica semiconductor se comporta de manera que su resistencia disminuye al incrementar la temperatura.



219

fig. 24



INTERRUPTOR DE MARIPOSA (fig. 25)

El interruptor de mariposa informa al sistema de mando que la mariposa está en la posición de ralentí o plena carga. Este interruptor está fijado en el cuerpo de mariposa y es accionado por el eje de la propia mariposa. Un contacto eléctrico cierra el circuito al final de cada posición ralentí o plena carga.

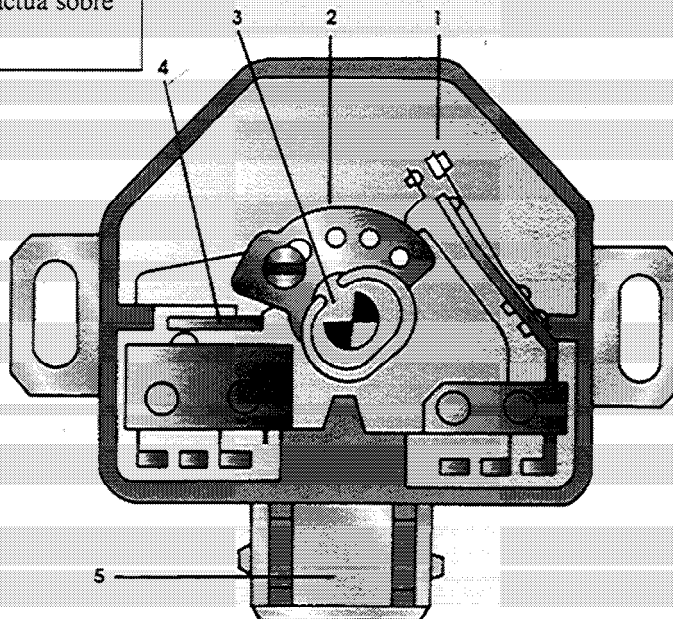
Al contrario que en situaciones de carga parcial, en las cuales es necesario establecer unos consumos mínimos y respetar los valores de emisiones, la plena carga necesita un enriquecimiento de la mezcla aire carburante.

Este enriquecimiento está programado en función del régimen y permite obtener un par máximo en todos los regímenes.

El sistema de encendido envía la información del régimen, y el potenciómetro la señal de plena

carga; a partir de aquí el sistema de comando calcula la cantidad suplementaria necesaria y actúa sobre el comando de presión del regulador.

fig. 25



- 1.- Contacto de plena carga.
- 2.- Ajuste del conmutador.
- 3.- Eje de la válvula de mariposa.
- 4.- Contacto de apertura al ralentí.
- 5.- Conector de alimentación.

220

CAUDALÍMETRO

El pedal del acelerador acciona la mariposa y hace así variar la cantidad de aire aspirado por el motor y por consiguiente, su rendimiento.

La dosificación precisa de carburante se puede realizar una vez el caudalímetro envíe la información a la central electrónica del sistema.

El funcionamiento del sistema se basa en el principio de mariposa variable bajo el efecto del caudal de aire que aspira el motor.

A un caudal de aire definido le corresponde una posición angular de la mariposa de medida, determinado por la oposición de un muelle que efectúa una fuerza sobre la mariposa en sentido opuesto a la entrada de aire.

Una mariposa de compensación está unida a la mariposa de medida; las oscilaciones de la presión debidas a la carrera de los pistones en cada cilindro no influyen en el valor de la medida.

La señal se produce por el funcionamiento de un potenciómetro que transmite al sistema de mando una tensión que corresponde al ángulo de apertura de la mariposa de medida.

La geometría del caudalímetro de aire permite una correlación logarítmica entre el caudal de aire y la posición angular, permitiendo así una gran precisión cuando se miden caudales pequeños de aire.

Un sensor de temperatura NTC capta la temperatura del aire de admisión instalado en el interior del caudalímetro de aire. Este sensor se utiliza para conocer la densidad del aire, ya que ésta varía según la temperatura.

El potenciómetro de regulación de CO está montado en un orificio del cuerpo del caudalímetro de aire. La regulación es posible tan sólo al ralentí, hecho que es autorizado por el potenciómetro de mariposa.

La sonda de temperatura y el potenciómetro de regulación de CO transmiten sus señales a la unidad electrónica de comando; la sonda permite la regulación del tiempo de inyección de carburante en base a la relación variable de aire/peso, mientras que el potenciómetro de regulación realiza un ajuste de la relación de mezcla que permita una combustión completa de la mezcla.

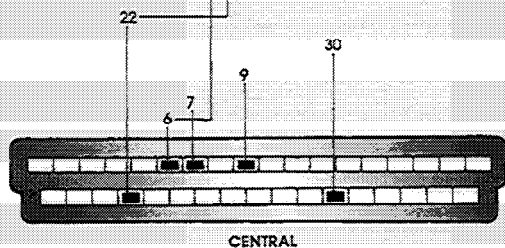
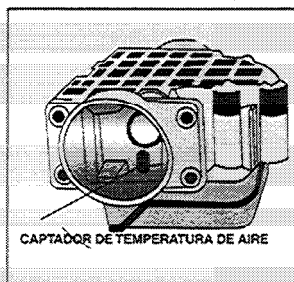
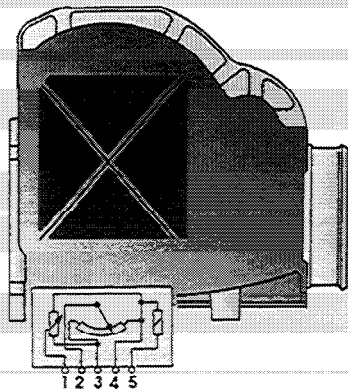


SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE

El sensor montado en el colector de admisión está constituido por un cuerpo metálico del cual sale un tubo de plástico con aperturas que protege un termistor NTC capaz de reducir su resistencia cuando la temperatura se incrementa.

El sensor está alimentado por la central a una tensión de 5 V y detecta la temperatura en el interior del colector (fig. 26).

fig. 26



Esquema de conexión del captador de temperatura de aire.

REGULACIÓN LAMBDA

La sonda lambda transmite al sistema de mando una señal característica de la composición instantánea de la mezcla.

Esta sonda está montada en un punto del colector de escape donde la temperatura necesaria para su funcionamiento exista en todos los regímenes motor.

La sonda lambda está expuesta en su cara exterior a los gases de escape mientras que su fase interna comunica con la atmósfera.

Estando constituido por un cuerpo cerámico su efecto se basa en el hecho de que la cerámica porosa permite la difusión del oxígeno existente en el aire. La cerámica se vuelve conductora a altas temperaturas, de manera que si el porcentaje de oxígeno es distinto a las dos extremidades de los electrodos se produce una tensión en los mismos electrodos.

La tensión es siempre oscilante entre 200 y 800 mV.

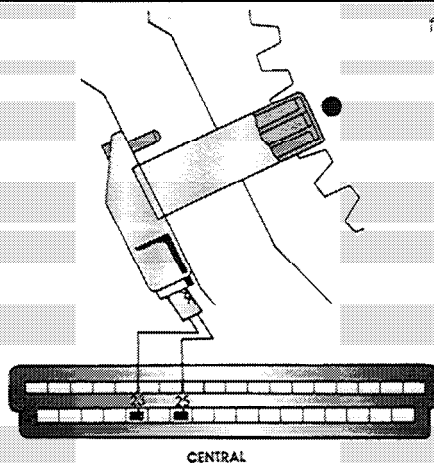
SENSOR DE RPM Y FASE (fig. 27) 221.

El sensor encargado de dar información relativa al régimen de giro y la fase motor es del tipo inductivo. El funcionamiento está basado en el principio electromagnético de inducción de corriente al variar la posición de un campo magnético que se encuentra cerca de una espiral.

El sensor está formado por un imán permanente al cual está enrollado una espiral. Cerca del sensor se encuentra una rueda fónica dentada que gira sincronizadamente con el motor.

Cuando la rueda fónica gira pasando cerca del sensor rompe las líneas de fuerza generadas por el imán permanente y se induce una tensión en la bobina del sensor.

fig. 27



CENTRAL

CENTRAL ELECTRÓNICA

La central recibe la información de las distintas fases de funcionamiento del motor gracias a los componentes siguientes:

- Interruptor de mariposa.

- Bobina: rpm motor.

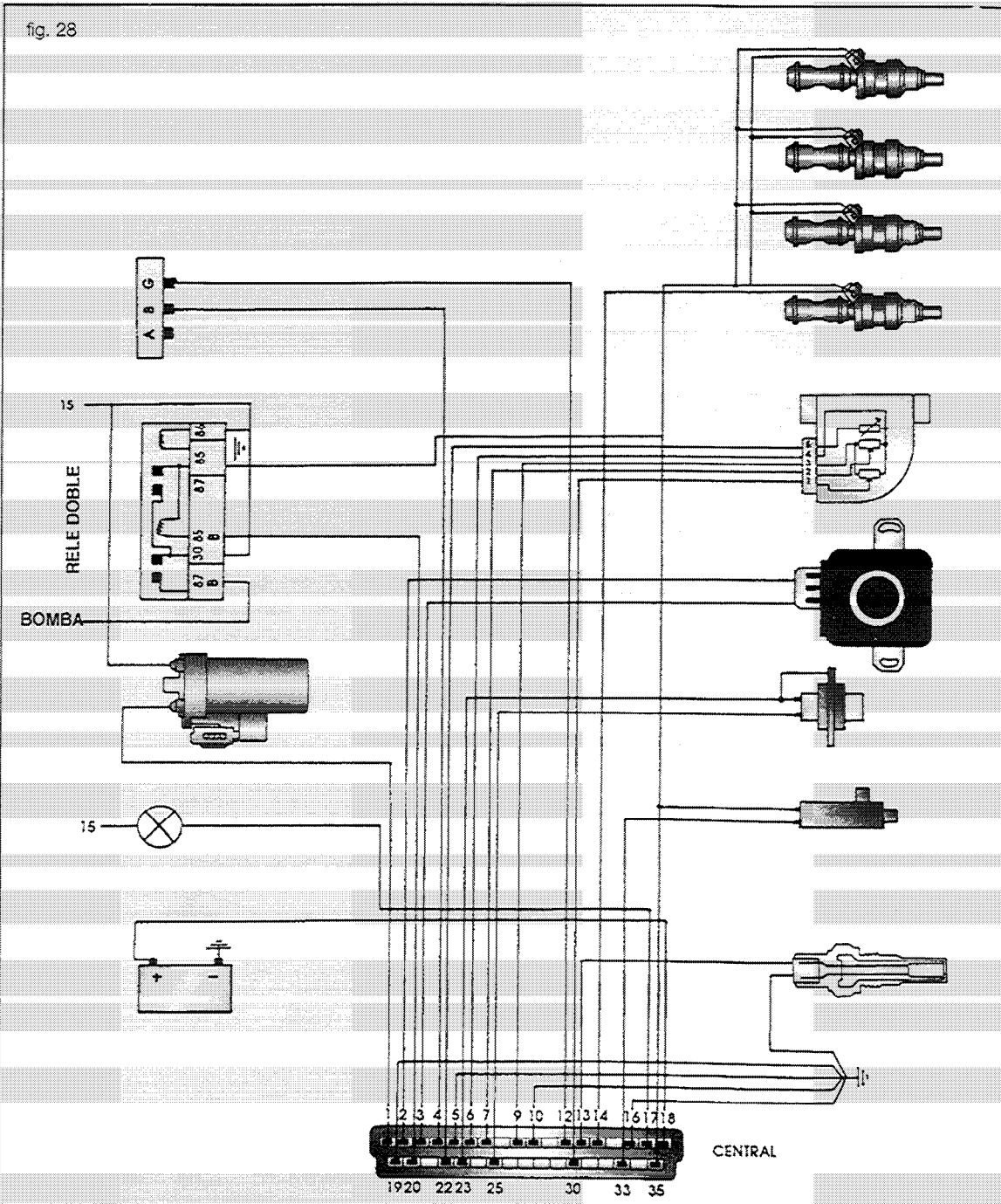
- Sonda de temperatura motor.

El análisis de estos parámetros permite pilotar con precisión los inyectores.

ESQUEMA ELÉCTRICO OPEL OMEGA 2.0i (fig. 28)

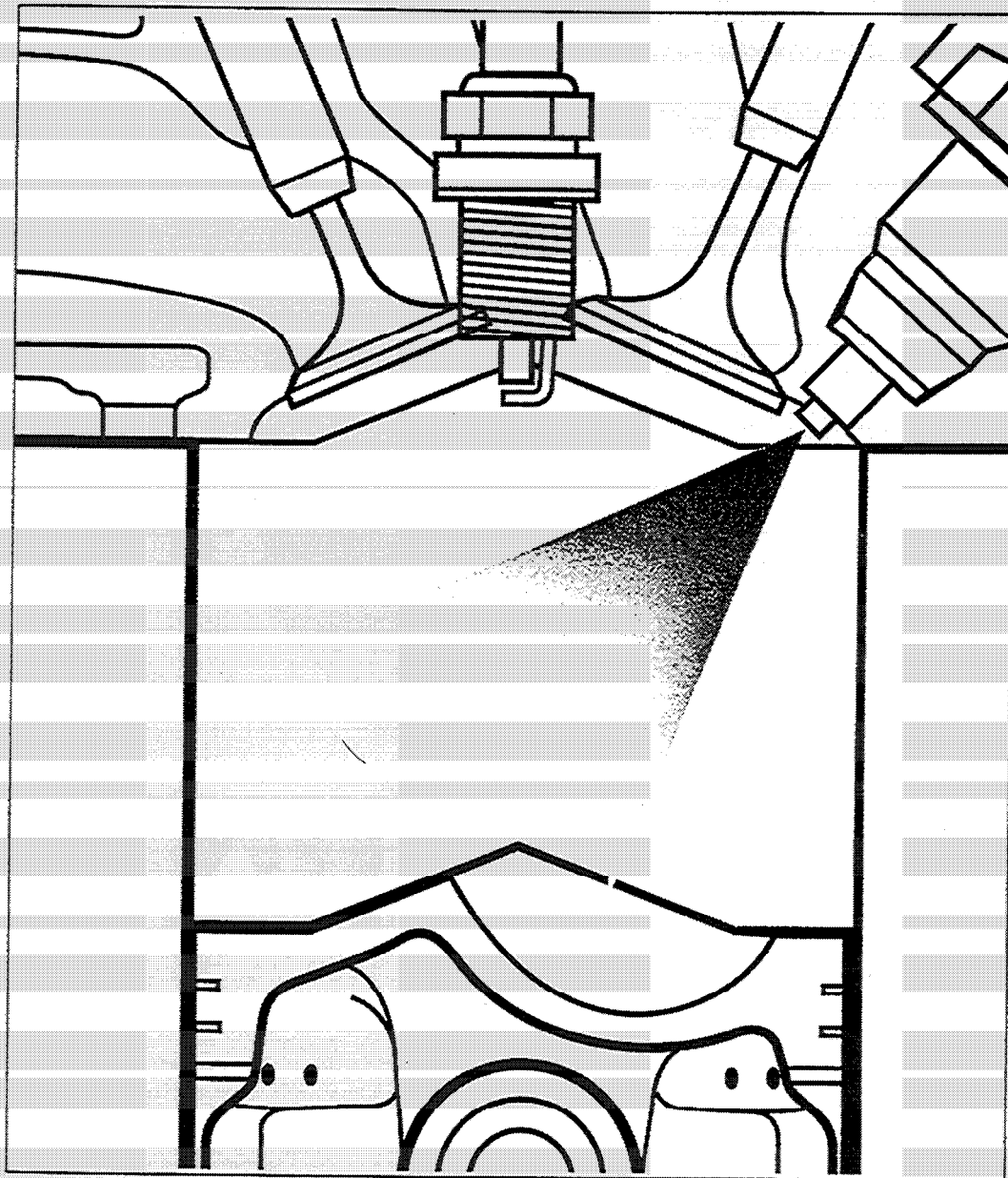
fig. 28

222





SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA DE GASOLINA



SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA DE GASOLINA

Uno de los sistemas que prometen un espectacular desarrollo en el futuro, es la inyección directa de gasolina.

El deterioro del medio ambiente, el calentamiento global y el agotamiento de los recursos se han convertido en problemas de primer orden. Por ello, los fabricantes, intentan aportar soluciones ten-

ientes a mejorar todos estos problemas, y que el automóvil pueda ser causante directo de ellos.

Mitsubishi ha sido el primero en ofrecer una solución tecnológica con sus motores GDI.

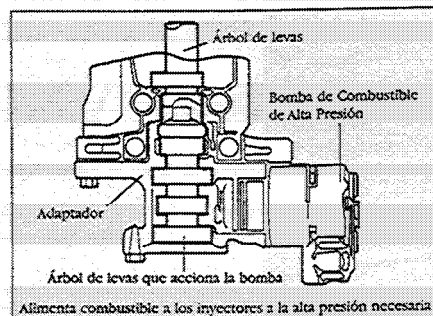
En el cuadro siguiente, podemos ver de forma esquemática, las diferentes innovaciones con que cuentan dichos motores.

Cuatro innovaciones tecnológicas básicas hacen que el motor GDI de Mitsubishi funcione mejor que cualquier otro motor de gasolina anterior

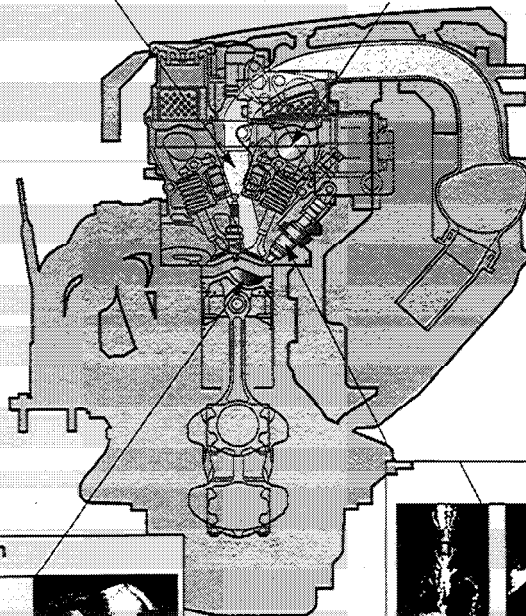
Colector de Admisión Vertical

Gracias al fuerte flujo de aire "giratorio" en el sentido de las agujas del reloj que hace que el motor GDI de Mitsubishi tenga un rendimiento extraordinariamente alto, además, su forma vertical exclusiva larga y lisa aumenta la cantidad de aire que entra en los cilindros, lo que tiene una importancia especial para el Modo de Alta Potencia.

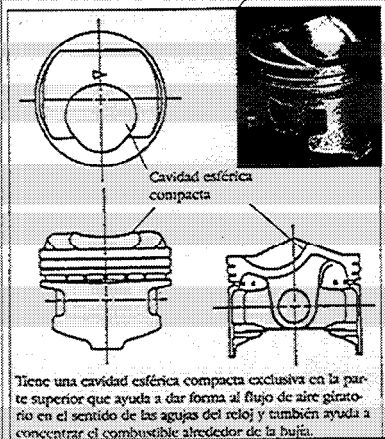
Bomba de Combustible de Alta Presión



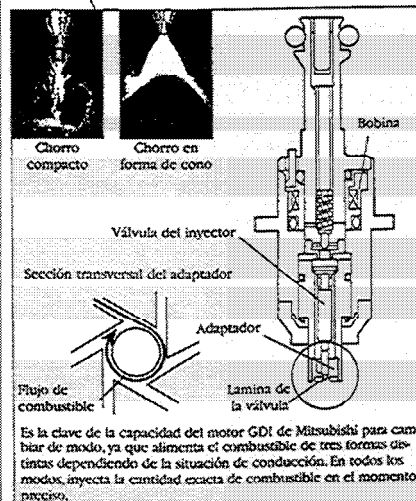
224



Deflector del Pistón



Inyector de Alta Presión





ENCENDIDO Y ALIMENTACIÓN FORD EEC V

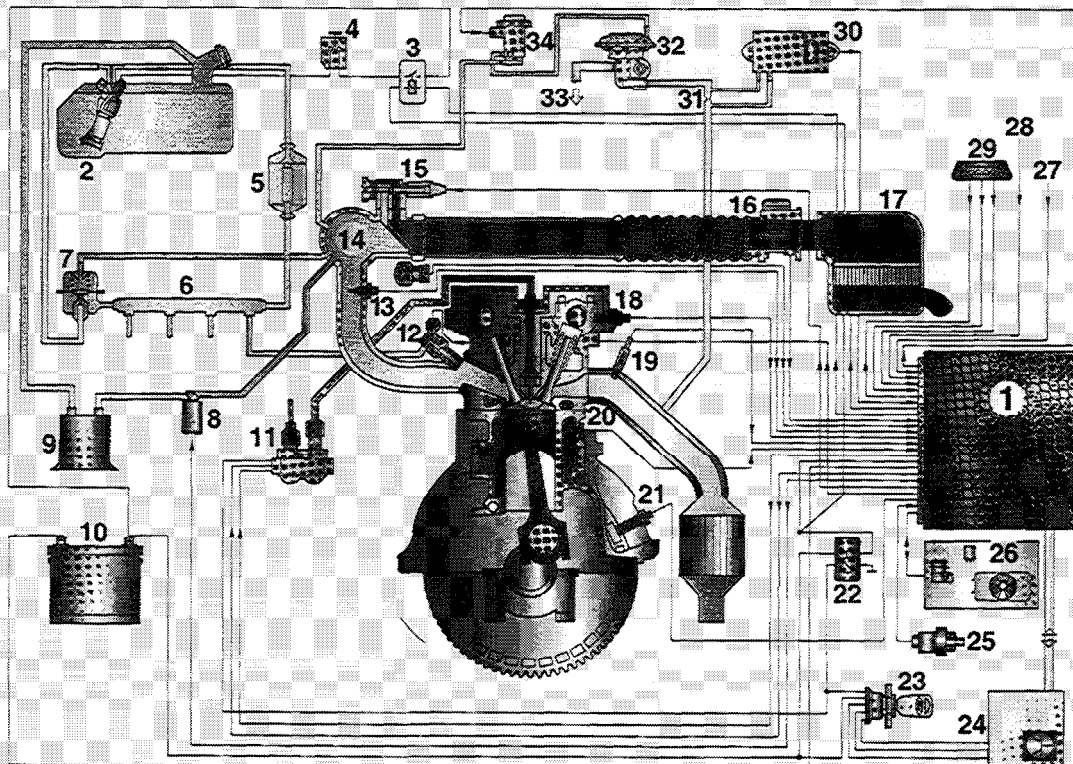
Sistema de inyección multipunto indirecta secuencial Ford EEC V gestionado por una unidad de control digital programado. Gestiona el avance del encendido y el tiempo de carga de la bobina. La distribución de la alta tensión es completamente estática y recurre a una bobina doble de 4 salidas del tipo de chispa perdida (fig. 5).

CONSTITUCIÓN Y FUNCIONAMIENTO

Alimentación eléctrica (fig. 1)

La UC tiene una alimentación permanente por medio de su borne 55. Esta alimentación está protegida por un fusible (nº 32 de 3 A) situado en la caja de fusibles alojada en el compartimento del motor.

fig. 1



ESQUEMA DE PRINCIPIO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MOTOR FORD EEC V

1. Unidad de control de gestión de motor - 2. Conjunto de bomba de carburante/medidor de nivel - 3. Relé de bomba de carburante - 4. Contactor de inercia - 5. Filtro de carburante - 6. Rampa de inyección - 7. Regulador de presión de carburante - 8. Electroválvula de filtro de carbón activo - 9. Filtro de carbón activo - 10. Batería - 11. Bobina de encendido - 12. Inyector - 13. Sonda de temperatura de aire - 14. Captador de posición de la mariposa - 15. Regulador de ralentí - 16. Caudalímetro de aire - 17. Caja de filtro de aire - 18. Captador de posición de árbol de levas - 19. Sonda Lambda - 20. Sonda de temperatura de líquido refrigerante - 21. Captador de posición de régimen/cigüeñal - 22. Relé principal - 23. Contactor de llave - 24. Unidad antiarranque - 25. Mancontacto de presión de asistencia de dirección - 26. Mando de climatización/motoventilador de refrigeración - 27. Mando de embrague del compresor de climatización - 28. Conector de índice de octano - 29. Conector de diagnóstico - 30. Captador de presión diferencial - 31. Punto de medición - 32. Válvula EGR - 33. Hacia colector de admisión - 34. Electroválvula EGR.

Al dar el contacto, se aplica la tensión de batería a los bornes 71 y 97 de la UC a través del relé principal, protegida por un fusible (nº 28 de 15 A) situado en la caja de fusibles alojada en el compartimento del motor. A consecuencia de esta acción, son alimentados los órganos siguientes: los 4 inyectores, el captador de velocidad del vehículo, la electroválvula EGR, la electroválvula del filtro de carbón activo, el regulador de ralentí y el caudalímetro de aire.

La conmutación del relé principal alimenta también la resistencia calefactora de la sonda Lambda a través del fusible (nº 27 de 10 A) situado en la caja de fusibles alojada en el compartimento del motor.

La bobina de encendido también es alimentada por el borne 2 de su conector después de dar el contacto, protegida por un fusible (nº 18 de 15 A) situado en la platina portafusibles alojada a la izquierda bajo el salpicadero.

Simultáneamente a dar el contacto, la UC conecta a masa su borne 80 (54 con antiarranque), lo cual cierra el circuito de control del relé de la bomba de carburante y alimenta entonces de potencia su borne 40, así como la bomba de carburante, por medio del contactor de inercia.

Este último, situado en el montante delantero

izquierdo en el habitáculo, corta la alimentación eléctrica de la bomba de carburante en caso de choque del vehículo para prevenir todos los riesgos de incendio. Está ajustado para intervenir a partir de un cierto umbral de deceleración. Se puede restablecer su funcionamiento apretando el botón situado en el extremo del contactor accesible a través de un orificio previsto en la parte inferior de la guarnición del montante.

Alimentación de carburante (fig. 2)

Una electrobomba sumergida en el depósito impulsa el carburante a través de un filtro hasta la rampa de alimentación de los inyectores. Un regulador de membrana mantiene una presión constante de 2,7 bar en los inyectores. El sobrante de carburante vuelve al depósito por una tubería.

El tapón de depósito es completamente hermético, y la comunicación con el aire libre del depósito se efectúa por una tubería que une el brocal de llenado con el filtro de carbón activo. Éste permite desembarazar los vapores de carburante de los hidrocarburos contaminantes antes de reintroducirlos en el colector de admisión a través de una electroválvula gobernada por la UC, que sólo permite el paso de los vapores filtrados bajo ciertas condiciones de funcionamiento del motor.

fig. 2

ALIMENTACIÓN DE CARBURANTE

1. Tapón de depósito - 2. Brocal de llenado - 3. Depósito de carburante - 4. Soporte - 5. Filtro de carbón activo - 6. Conjunto de bomba y medidor de nivel del carburante - 7. Filtro de carburante - 8. Electroválvula de filtro de carbón activo - 9. Tubo de evacuación de los vapores de carburante - 10. Tubo de alimentación - 11. Tubo de sobrante - 12. Regulador de presión - 13. Inyector - 14. Rampa de inyección - 15. Retén.

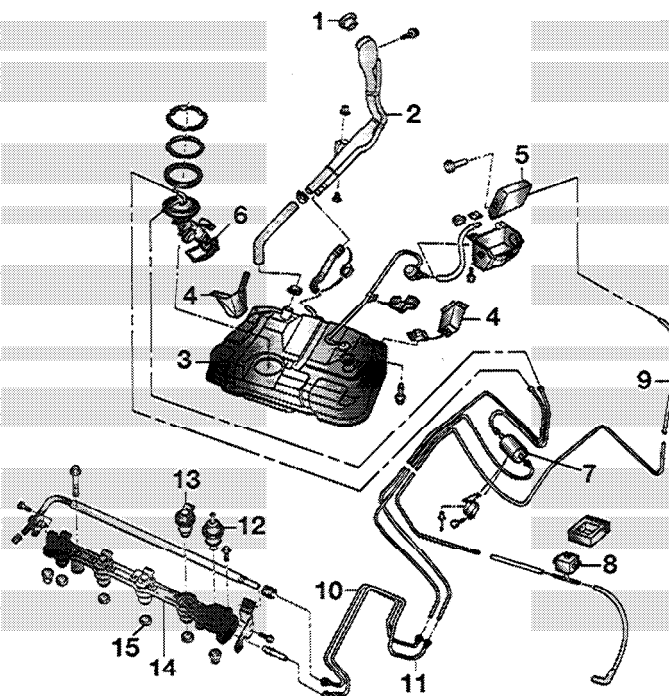
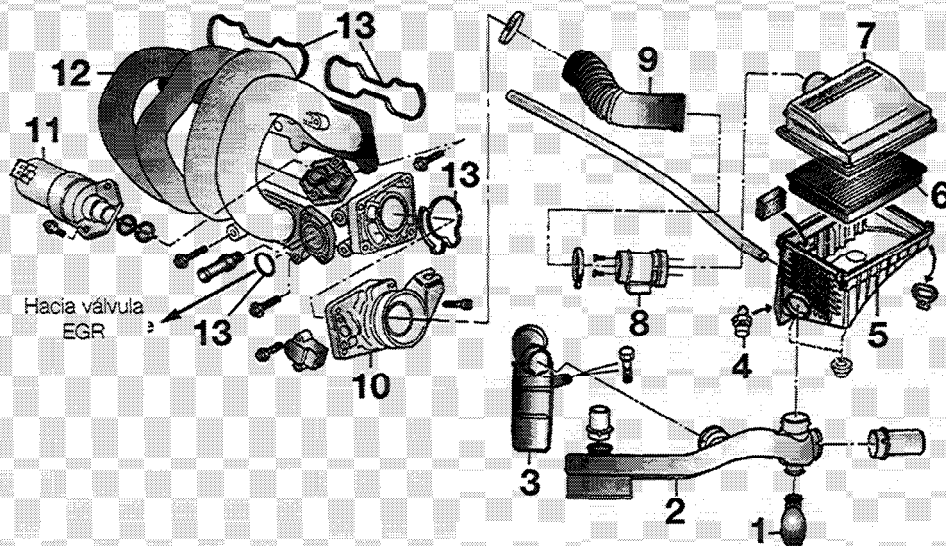




fig. 3



ALIMENTACIÓN DE AIRE

1. Conducto de entrada de aire - 2. Conducto de aspiración - 3. Caja de aspiración - 4. Sonda de temperatura de aire - 5. Caja de filtro de aire - 6. Filtro de aire - 7. Tapa de filtro de aire - 8. Caudalímetro de aire - 9. Conducto de aire - 10. Tapa de la caja de la mariposa - 11. Regulador de ralenti - 12. Colector de admisión - 13. Junta.

227

Alimentación de aire (fig. 3)

El aire exterior es aspirado por la parte inferior izquierda del compartimento del motor y a continuación es depurado por un filtro situado en una caja situada en el paso de rueda izquierdo.

Una electroválvula, que desempeña el papel de regulador del ralenti, se encarga de regular una sección de paso de un conducto de aire en derivación de la mariposa a fin de gobernar el régimen de ralenti del motor en función de las condiciones de funcionamiento de éste.

CAPTADORES E INFORMACIONES RECIBIDAS POR LA UC

Se distinguen dos tipos de captadores, denominados "activos" o "pasivos", que se caracterizan por su funcionamiento interno debido a su construcción. Los captadores activos funcionan de una manera autónoma, es decir, no tienen necesidad de ninguna alimentación eléctrica exterior para funcionar y transmitir una señal. Por contra, los captadores pasivos tienen necesidad de una alimentación eléctrica exterior para transmitir una señal que, en la mayoría de casos, es procesada directamente en la propia ali-

mentación eléctrica del captador.

La UC recibe las siguientes informaciones:

- Masa de aire admitida: hay un caudalímetro colocado a la salida de la caja de filtro de aire. Está integrado por un venturi que comporta una depresión en un conducto en derivación. En éste está alojado un filamento caliente y una sonda de temperatura que el módulo de estabilización del caudalímetro se esforzará por mantener a temperatura constante bajo el efecto del paso del aire, lo que permite a la UC conocer, en función de la señal recibida, la masa de aire admitida.

- Posición angular de la mariposa: un captador informa a la UC de la posición angular de la mariposa. Es alimentado a una tensión de 5 voltios y devuelve una tensión variable según la posición angular de la mariposa.

- Velocidad de rotación y posición del cigüeñal: un captador inductivo colocado frente a una diana situada en el volante motor transmite una tensión senoidal proporcional al régimen del motor y a la posición del cigüeñal.

- Contenido en oxígeno de los gases de escape: una sonda Lambda colocada en el colector de escape transmite una tensión variable según el contenido en oxígeno de los gases de

escape, el cual está ligado directamente a la calidad de la mezcla.

En consecuencia, la UC adapta la riqueza en función de la tensión transmitida por la sonda.

- Temperatura del líquido refrigerante: es transmitida por medio de una termistancia de tipo NTC (Coeficiente de temperatura negativo), cuya resistencia interna disminuye proporcionalmente al aumento de la temperatura del líquido refrigerante.

- Temperatura del aire de admisión: es transmitida por medio de una termistancia de tipo NTC (coeficiente de temperatura negativo) cuya resistencia interna disminuye proporcionalmente al aumento de la temperatura del aire de admisión.

- Posición del árbol de levas: hay un captador colocado frente a una leva especial del árbol de levas de escape. Transmite una señal que, en correlación con la enviada por el captador de régimen y posición de cigüeñal, permite a la UC deducir qué cilindro está en fase de admisión y puede entonces dar inicio a las fases de inyección y encendido en el cilindro

228 correspondiente.

- Velocidad de desplazamiento del vehículo: un captador de efecto Hall montado en la toma de velocímetro de la caja de velocidades proporciona una señal proporcional a la velocidad del vehículo a fin de que la UC pueda optimizar la gestión del sistema.

- Paro/marcha de la climatización (si lleva el vehículo): la puesta en marcha de la climatización es gobernada por la UC que, según las condiciones de funcionamiento del motor, permite o impide la alimentación eléctrica del embrague del compresor.

- Presión del aceite de asistencia de dirección: un manocontacto, situado en la salida de alta presión de la bomba de asistencia de dirección, informa a la UC cuando la presión de asistencia alcanza un cierto umbral a fin de que ésta pueda contrarrestar la caída de régimen debida a la absorción de energía de la bomba.

- Presión diferencial de escape: un captador mide la diferencia de presión de los gases de escape existente en un venturi colocado en la tubería entre el colector de escape y la válvula EGR. La señal enviada a la UC le permite dosificar, en función de las demás informaciones que recibe, el volumen de gas recirculado.

- Presión de fluido refrigerante: un manocontacto, situado en la tubería de alta presión del circuito de climatización informa a la UC de la selección de la cli-

matización y, por lo tanto, de la conexión del compresor a fin de permitir a la UC contrarrestar la caída de régimen debida a la absorción de energía del compresor.

- Índice de octano: un conector provisto con un puente informa a la UC del índice de octano del carburante utilizado. Si se retira el puente, la UC adopta una cartografía de encendido diferente, lo cual se aplica en caso de utilización de carburante de índice de octano inferior a 95 RON.

- Información de la posición del pedal de embrague: un contactor informa a la UC de la posición del pedal de embrague para que ésta evite las sacudidas en el momento de los cambios de marcha.

- Información de la posición de la palanca del cambio: es transmitida por un contactor montando en las cajas manual o automática a fin de que la UC evite los regímenes del motor demasiado elevados cuando el vehículo está parado. Cuando el vehículo está dotado con antiarranque y/o un cambio automático, la UC impide el arranque del motor cuando la palanca del cambio no está en punto muerto o en posición de estacionamiento.

ACTUADORES

La UC gobierna los órganos siguientes:

- Relé de bomba de carburante: la UC gestiona la conexión a masa de su circuito de control. Su circuito de potencia alimenta el borne 40 de la UC y la bomba de carburante a través del contactor de inercia.

- Relé de climatización: la UC gestiona la conexión a masa del circuito de control a fin de no perturbar y de optimizar el funcionamiento del motor.

- Relé de motoventilador de refrigeración: la UC gestiona la conexión a masa del circuito de control del relé (sin climatización) o de los dos relés (con climatización) a fin de optimizar el funcionamiento del motor.

- Regulador de ralentí: su función consiste en regular una sección de paso de un conducto de aire en derivación de la mariposa. Por medio suyo, la UC gobierna el régimen de ralentí.

- Inyectores: al estar regulada la presión de regulación en un valor fijo, el único parámetro que



influye en la cantidad inyectada es la duración de la apertura de los inyectores. La UC determina la cantidad de aire aspirado por el motor (presión de colector, posición de la mariposa y régimen de motor) y adapta la riqueza de la mezcla mediante la duración del impulso enviado a los inyectores a fin de mantener la dosificación próxima a la proporción estequiométrica. Cada inyector es accionado a partir de la apertura de la válvula de admisión correspondiente.

- Bobina de encendido: los valores de avance óptimos para cada estado de funcionamiento del motor son memorizados en la UC. Ésta gobierna el circuito primario de los dos bobinados de la bobina con el avance determinado por las condiciones instantáneas de funcionamiento del motor. La UC tiene dos bornes de control correspondientes a cada bobina, los cuales alimentan respectivamente las bujías de los cilindros 1-4 y 2-3. Cuando la UC corta la alimentación del circuito primario de una de las bobinas, se crea simultáneamente una corriente inducida de alta tensión en el circuito secundario correspondiente. Cada uno de los extremos del circuito secundario está unido a una bujía de un mismo par de cilindros, de forma que se produce simultáneamente una chispa en las bujías de los cilindros que se encuentran a la vez en PMS. La chispa que aparece en la fase de escape en uno de los dos cilindros se denomina "perdida".

- Electroválvula de filtro de carbón activo: la UC gobierna una electroválvula colocada en la tubería que une el filtro de carbón activo con el colector de distribución. Esta electroválvula permite, al abrirse, la aspiración por el motor de los vapores de gasolina contenidos en el filtro de carbón activo y que proceden del depósito de carburante. La electroválvula sólo se abre en determinadas condiciones a fin de no perturbar el funcionamiento del motor.

- Electroválvula EGR: permite el paso de la depresión hacia la válvula de recirculación de los gases de escape. Es alimentada de depresión y, cuando recibe la tensión de la UC, se abre una válvula interna y permite el paso de la depresión hacia la válvula de recirculación de los gases de escape.

- Testigo de avería (a partir del modelo 97): está situado en el cuadro de instrumentos y su encendido permanente señala que se ha constatado una anomalía importante en el sistema de gestión de motor.

- Enchufe de diagnóstico: la UC tiene una función de vigilancia de sus periféricos que memoriza

sus eventuales disfunciones. La lectura de esta memoria sólo es posible con el equipo que el constructor ha previsto para conectar en el enchufe de diagnóstico situado en el montante delantero izquierdo, en el habitáculo.

Diagnóstico con polímetro del sistema de inyección y encendido

El procedimiento de diagnóstico, así como los controles que se describen más abajo, sólo se aplican a los vehículos equipados con el sistema de gestión de motor Ford EEC V, en el bien entendido de que respondan a sus especificaciones de origen, indicadas en el cuadro del apartado "IDENTIFICACIÓN".

Las características eléctricas de los órganos integrantes del sistema de inyección/encendido proporcionadas en las páginas que siguen son el resultado de mediciones efectuadas mediante un téster de comercialización corriente al que se han integrado las funciones de uso específico para el automóvil (cuentarrevoluciones, medición del tiempo de inyección, informe cíclico de la sonda lambda, etc.). Es indispensable tener un aparato de prestaciones al menos equivalentes para poder efectuar el diagnóstico correctamente.

PRECAUCIONES A TOMAR

- No desconectar la batería o la UC con el motor en marcha.

- Al cargar la batería, desenchufar sus conexiones.

- Desconectar la UC en caso de operaciones de soldadura eléctrica en la carrocería.

- No exponer el vehículo durante más de 20 minutos en una cabina de secado a una temperatura de 80°C.

- Al comprobar las compresiones de los cilindros, desconectar todos los inyectores.

- No efectuar mediciones con las puntas introducidas directamente en los bornes de los conectores, sino en la parte trasera de los circuitos, accesibles después de separar el fuelle protector.

- Al manipular un conector, comprobar siempre el estado de los bornes y del cierre de enclavamiento, así como la presencia de la junta de goma.

- Desconectar la batería antes de cualquier medición de la resistencia interna de un órgano. Antes de desconectar la batería, anotar el código del autorradio, si lleva el vehículo.

CONTROLES

PRELIMINARES (fig. 4)

- Circuito de arranque en buen estado: batería, cableado y motor de arranque.
- Carburante conforme y en cantidad suficiente.
- Filtro de carburante limpio y montado correctamente.
- Tuberías de recirculación de vapores de carburante herméticas y no estranguladas.
- Tuberías de recirculación de los vapores de aceite herméticas y no estranguladas.
- Circuito de alimentación de aire: hermetismo de las tuberías, cierre perfecto de las piezas entre sí (juntas de colector, de caja de la mariposa, etc.), filtro de aire limpio y bien colocado, abrazaderas bien apretadas.
- Circuito de recirculación de los gases de escape (EGR) en buen estado y tuberías herméticas.
- Reglaje del cable del acelerador: retorno a posición de ralentí y apertura máxima de la mariposa correctos a partir del pedal del acelerador.
- Circuito de asistencia de los frenos hermético y válvula de retención en buen estado.
- Motor en buen estado mecánico (compresión, calado de la distribución, junta de culata, etc.).
- Bujías en buen estado y conformes con la preconización.

CONTROL DEL ENCENDIDO

Control de la presencia de chispa en las bujías

Es obligado que este control se efectúe de forma que el retorno de circuito se efectúe siempre por la masa. En caso contrario, se corre el riesgo de la destrucción a corto plazo de la bobina de encendido. También es muy recomendable sacar el relé de bomba de carburante o desempalmar todos los inyectores para no dañar el catalizador con la mezcla sin quemar.

En este caso, arrancar el motor y dejarlo parar por sí mismo antes de desconectar el circuito secundario.

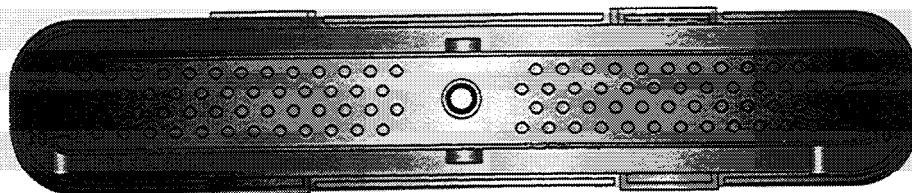
- Si las chispas son débiles o inexistentes, comprobar:

- las bujías.
- el circuito de alta tensión.
- las resistencias primaria y secundaria de la bobina

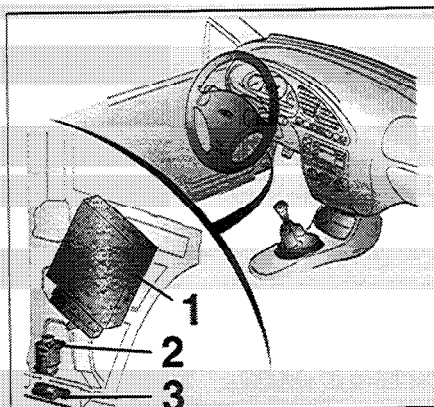
AUTODIAGNÓSTICO CON APARATOS ESPECIALIZADOS

La gestión de motor EEC V del Fiesta 96 está equipada con una memoria de averías. Cualquier defecto que afecte a los captadores o los componentes se almacena en esta memoria con una indicación del tipo de anomalía.

fig. 4



Identificación de los bornes del conector de la UC de gestión de motor



- Vista del montante delantero
- 1. UC de gestión de motor -
 - 2. Contactor de inercia -
 - 3. Conector de diagnóstico



La memoria de averías sólo puede ser interrogada con el aparato del constructor FDS 2000.

Es necesario saber que no debe intentarse ninguna manipulación en el conector de diagnóstico con lámparas ni diodos LED, puesto que existe el riesgo de destrucción de algún componente interno de la UC.

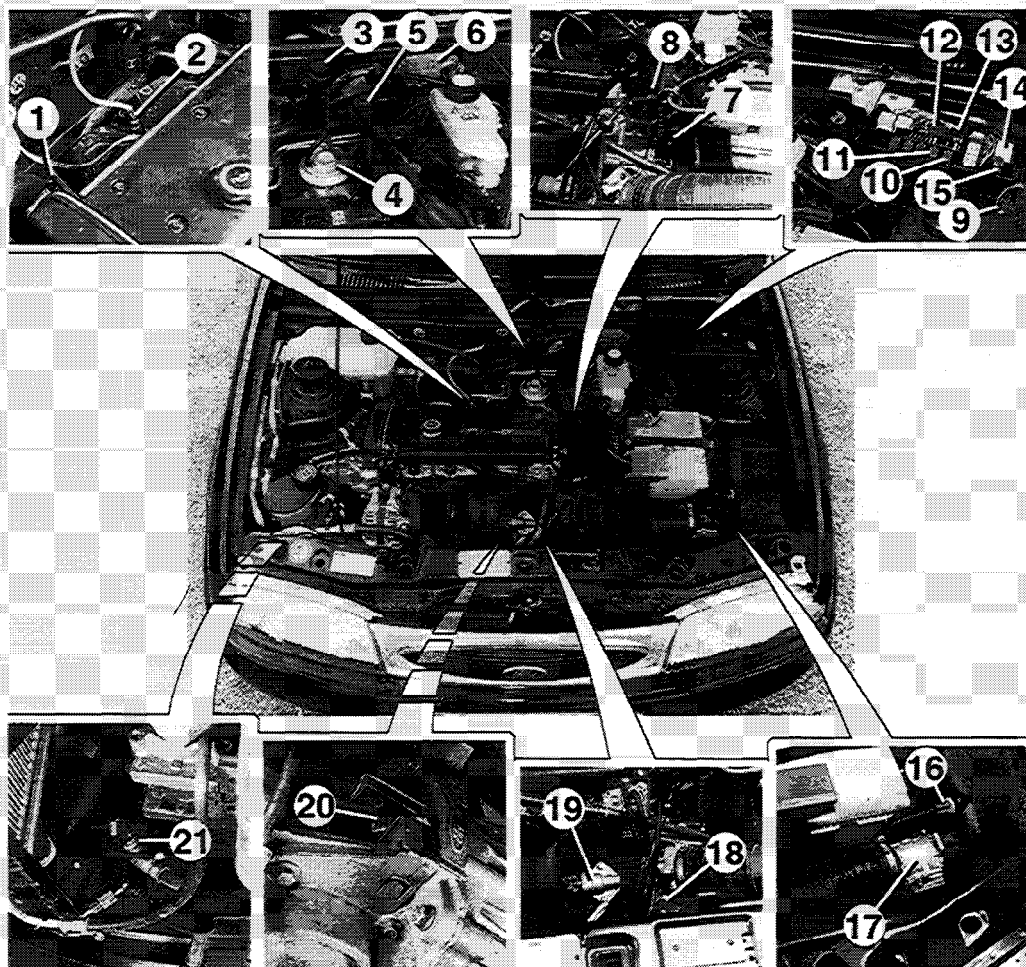
Una vez que la memoria de averías se ha interrogado y se han subsanado los defectos, debe

borrarse la memoria. Esto sólo puede hacerse con los aparatos especializados, NO desconectando la batería.

La conexión de los aparatos de autodiagnos se realiza en el conector D20.

Dado que el uso de cada aparato de diagnóstico es particular y complejo y se facilitan instrucciones detalladas del mismo junto con él, omitimos cualquier detalle al respecto.

fig. 5



SITUACIÓN DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MOTOR FORD EEC V.

1. Captador de posición de árbol de levas - 2. Sonda Lambda - 3. Electroválvula EGR - 4. Válvula EGR - 5. Electroválvula de filtro de carbón activo - 6. Captador de presión diferencial - 7. Sonda de temperatura de líquido refrigerante - 8. Bobina de encendido - 9. Conector de índice de octano - 10. Relé principal - 11. Relé de bomba de carburante - 12. Relé de motoventilador de refrigeración de 1ª velocidad con climatización - 13. Relé de 2ª velocidad de motoventilador con climatización - 14. Relé de selección de climatización - 15. Relé de mando de embrague de compresor de climatización - 16. Sonda de temperatura de aire - 17. Caudalímetro de aire - 18. Captador de posición de mariposa - 19. Regulador de ralenti - 20. Captador de régimen/posición de cigüeñal - 21. Mancontacto de presión de aceite de asistencia de dirección.

SISTEMA DE INYECCIÓN MULTIPUNTO SECUENCIAL TOYOTA (TCCS)**GESTIÓN MOTOR**

Sistema de inyección multipunto secuencial Toyota (TCCS) gestionado por un calculador numérico preprogramado (fig. 1).

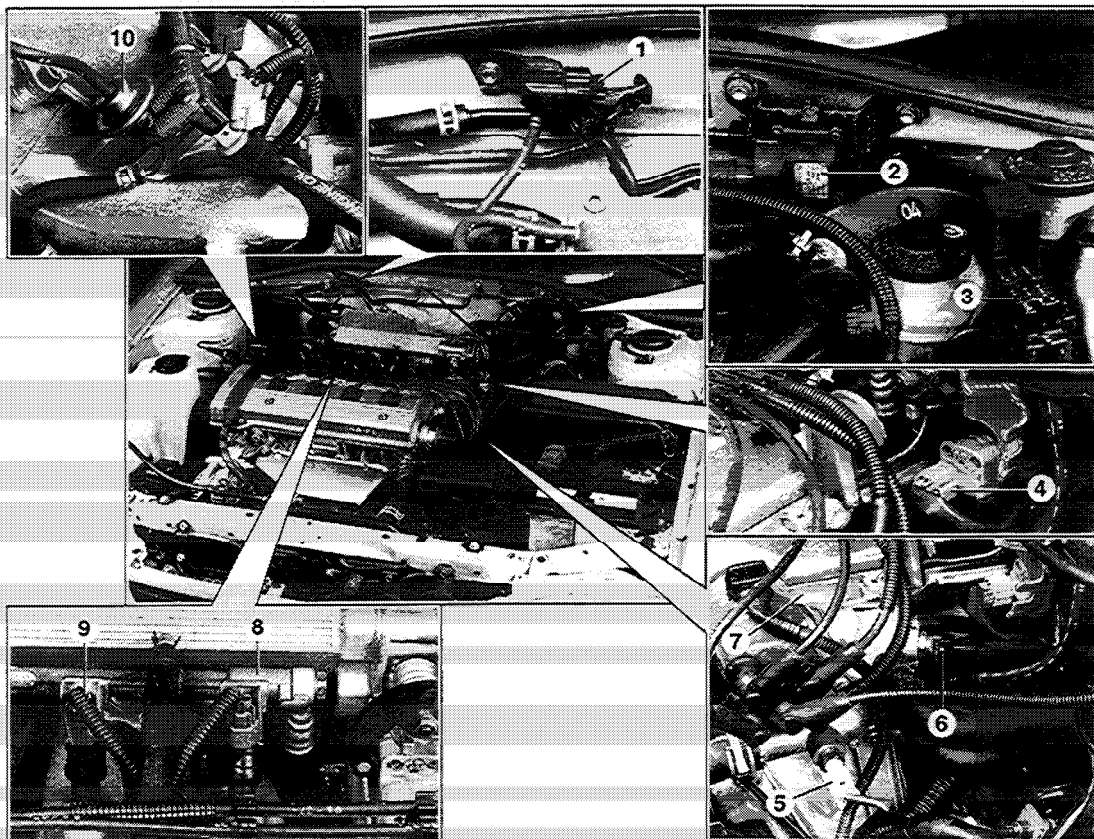
Gestiona igualmente el avance del encendido. La distribución de la corriente de alta tensión se realiza por medio de un distribuidor colocado en punta del árbol de levas de escape.

CONSTITUCIÓN Y FUNCIONAMIENTO**Alimentación eléctrica**

MOTORES HASTA 1993 (fig. 5)

El calculador tiene una alimentación permanente (borne 2, conector 12 vías) protegido por el fusible nº 24 (20A). Al poner el contacto, la tensión de

fig. 1



SITUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN-ENCENDIDO.

1. Captador de presión de aire de admisión - 2. Bobina de encendido - 3. Toma de diagnóstico - 4. Regulador de ralenti - 5. Sonda de temperatura de líquido refrigerante - 6. Testigo de alerta - 7. Distribuidor de encendido - 8. Rampa de inyección - 9. Inyector - 10. Regulador de presión.



batería se aplica al borne 1 del relé de alimentación (circuito de mando) a través del fusible nº 7 (7,5A), al borne 5 del relé de inyección, y después a los bornes 2 de cada inyector, que continúan en el borne 12 (conector 26 vías) para los inyectores 1 y 3, y en el borne 25 (conector 26 vías) para los inyectores 2 y 4. Por otro lado, el testigo de indicación de control se enciende en el cuadro de instrumentos por el fusible nº 5 (10A) y alimenta el borne 8 (conector 12 vías) de la UC.

Después de esto, el relé de alimentación se cierra y alimenta el borne 2 del relé de inyección, los bornes 1 y 12 del conector 12 vías de la UC y el borne 2 del regulador de ralentí, el borne 2 del mando de ralentí acelerado (con climatización), el borne 2 de la sonda lambda y el borne 12 de la toma de diagnóstico.

Cuando se acciona el motor de arranque, el bobinado de excitación del relé de inyección se alimenta por el borne 3. El relé se cierra asegurando la alimentación de corriente de la bomba de combustible (borne 4), de la UC (borne 4 conector 12 vías) y de la toma de diagnóstico (borne 1). Esta alimentación dura el tiempo que el motor de arranque esté accionado. Sirve para asegurar el mantenimiento de la presión en el circuito.

Cuando la UC recibe la información motor de arranque girando por los bornes 2 y 15 (conector 26 vías), pone a masa el segundo bobinado de excitación del relé de inyección por los bornes 2 y 15 (conector 26 vías). Se asegura la alimentación de los órganos correspondientes después del retorno a la posición de

marcha. La UC alimenta entonces los otros captadores y sondas a una tensión de 5 V aprox.

MOTORES DESDE 1994 (fig. 6)

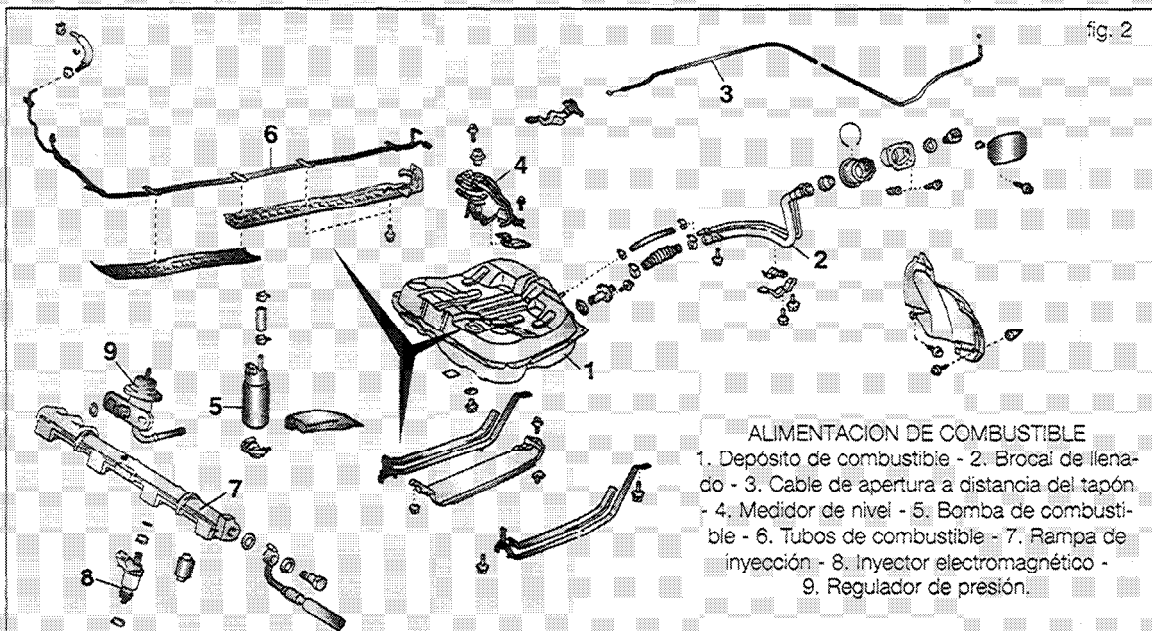
El calculador tiene una alimentación permanente (borne 36) protegido por el fusible nº 24 (20A).

Al poner el contacto, la tensión de batería se aplica al borne 1 del relé de alimentación (circuito de mando) a través del fusible nº 7 (7,5A), a los bornes 2, al borne 21 de la UC, al borne 5 del relé de inyección y al borne 2 de la bobina de encendido. Por otro lado, el testigo de indicación de control se enciende en el cuadro de instrumentos por el fusible nº 5 (10A) y alimenta el borne 16 de la UC.

Después de esto, el relé de alimentación se cierra y alimenta el borne 1 de la UC, el borne 3 del captador Hall del distribuidor, los bornes 2 de cada inyector que continúan en los bornes 35 y 53 de la UC, y el borne 2 del regulador de ralentí.

Cuando se acciona el motor de arranque el relé de inyección se alimenta por su borne 3 y se cierra. Alimenta entonces la bomba de combustible, la sonda lambda (borne 2) y la toma de diagnóstico. Esta alimentación está asegurada mientras gira el arranque.

La UC pone a masa el segundo bobinado de excitación del relé de inyección por su borne 21. Se asegura entonces la alimentación de los órganos correspondientes cuando se vuelve a la posición de marcha. La UC alimenta los otros captadores y sondas con una tensión de 5 V aprox.



Alimentación de combustible (fig. 2)

Una bomba de rodillos sumergida en el depósito envía el combustible a través de un filtro hasta la rampa de inyección. Un regulador de membrana mantiene una presión constante de 3 bar en los inyectores. El sobrante vuelve al depósito por una tubería.

Alimentación de aire (fig. 3)

El aire fresco se aspira a nivel de la aleta izquierda en el compartimento motor y se depura a continuación en un filtro situado en una caja colocada encima de la caja de cambios. Un conducto plástico une la caja de mariposa con el filtro.

Un potenciómetro montado en el eje de mariposa informa a la UC de la posición de la misma. Para los motores anteriores a 1993 el potenciómetro tiene un contactor de ralenti.

Una sonda de temperatura montada en la canalización de entrada de aire informa a la UC de la temperatura del aire de admisión.

El sistema está igualmente equipado con un captador de presión absoluta en el salpicadero que informa a la UC de la presión de aire de admisión.

GESTIÓN MOTOR

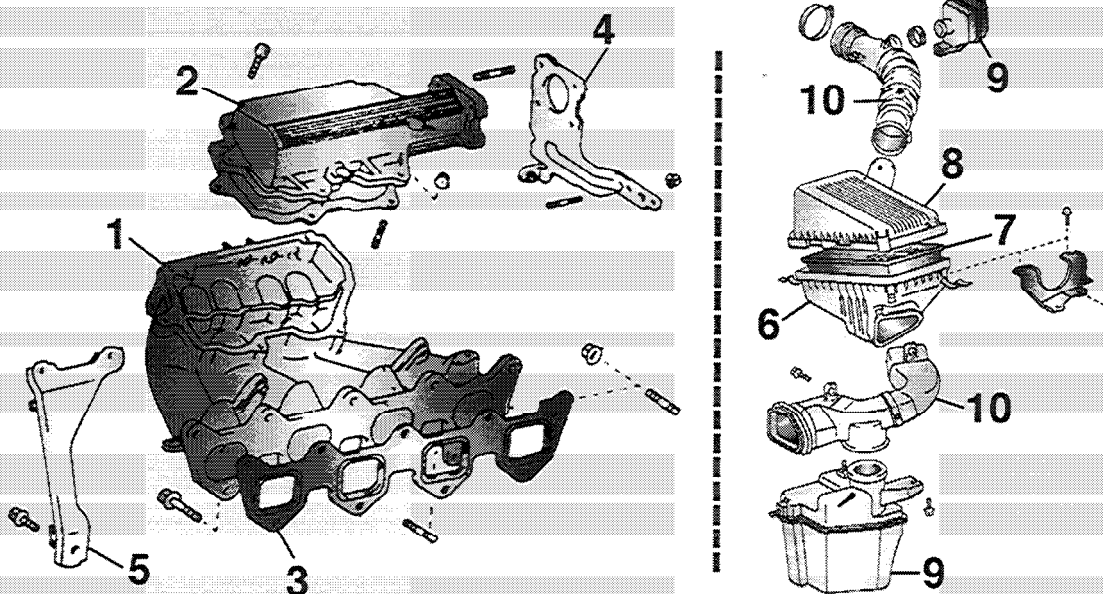
Captadores

Se distinguen dos tipos de captadores, activos y pasivos, que se caracterizan por su funcionamiento interno y su construcción. Los captadores activos funcionan de manera autónoma y no necesitan de ninguna alimentación eléctrica externa para generar señal. De manera inversa los captadores pasivos necesitan una alimentación eléctrica exterior para devolver una señal que en la mayoría de casos se explota directamente sobre la propia alimentación del captador.

La UC recibe las informaciones siguientes:

- Posición de cigüeñal (desde 1994): proporcionado por el captador de posición de cigüeñal.
- Posición de árbol de levas (desde 1994): la posición del árbol de levas de escape se toma a través del distribuidor de encendido y un captador Hall.
- Posición de mariposa: un potenciómetro indica a la UC la posición angular de la mariposa. Para los motores hasta 1993 integra un contactor de ralenti.

fig. 3



ALIMENTACIÓN DE AIRE

1. Colector de admisión - 2. Carcasa colector de admisión - 3. Junta - 4. Pata soporte - 5. Soporte - 6. Caja filtro de aire - 7. Filtro de aire - 8. Carcasa - 9. Volumen de aspiración - 10. Canalización entrada de aire.



- Presión de aire de admisión: es un captador piezoeléctrico que informa a la UC de la presión absoluta en colector. Se alimenta a 5 V y devuelve una tensión variable según la presión.

- Temperatura aire de admisión: se transmite por el intermedio de una termistancia NTC cuya resistencia disminuye proporcionalmente al aumento de la temperatura.

- Temperatura líquido refrigerante: una sonda del mismo tipo que la de aire situada en la caja de entrada de agua a la izquierda de la culata.

- Cantidad de oxígeno en el escape: una sonda lambda situada en el tubo delantero de escape genera una tensión variable según el contenido de oxígeno del gas de escape y de su riqueza.

La UC adapta la riqueza en función de esta información.

- Conexión/desconexión de la climatización: es comandada por la UC que según las condiciones de funcionamiento del motor autoriza o bloquea la alimentación eléctrica del embrague del compresor de aire acondicionado. En caso de una autorización la UC aumenta el régimen de ralentí por medio del regulador de ralentí acelerado para evitar la caída de vueltas.

que son los parámetros que influyen en la riqueza de la mezcla.

El avance de encendido está determinado por el régimen motor y la carga.

Para los motores hasta 1993 la unidad de control dispone de un conector triple. Cada uno de ellos está marcado por una letra A, B ó C. Ver la figura para identificarlos: A (gris 26 vías), B (gris 16 vías), C (gris 12 vías).

En los motores desde 1994 la unidad de control tiene un conector único de 55 bornes (una de las filas no se utiliza).

AUTODIAGNÓSTICO

La unidad de control tiene una función de control de los periféricos (sondas, captadores y cableados) que memoriza las averías de funcionamiento. La lectura de esta memoria es posible según el método que se explica más adelante.

235

ACTUADORES

Relés

El circuito se compone de dos relés simples (un relé de alimentación y un relé de inyección) que aseguran la alimentación eléctrica de la unidad de control y de los actuadores. El relé de inyección tiene dos bobinados de excitación. Uno de ellos está comandado por el solenoide del motor de arranque y otro por la unidad de control.

UNIDAD DE CONTROL (fig. 4)

La unidad de control está situada en el salpicadero lado derecho. En función de las informaciones recogidas por las sondas y captadores determina el tiempo de apertura de los inyectores

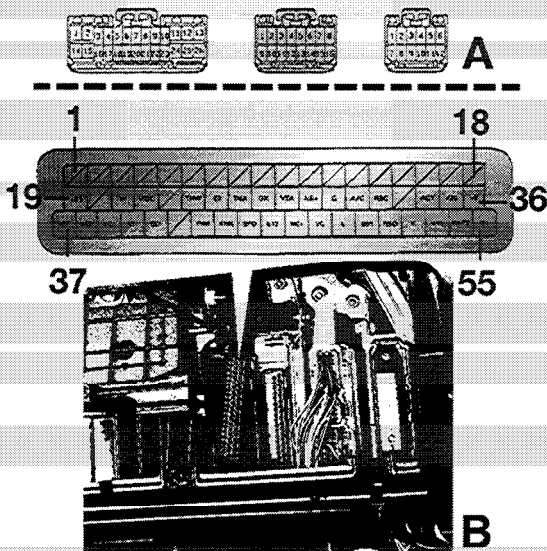


fig. 4

Marcas de los bornes del conector de la unidad de control.
A. Vehículos hasta 1993 -
B. Vehículos desde 1994.

Hasta 1993

El relé de alimentación asegura la alimentación eléctrica simultánea de la unidad de control (bornes 1 y 7 conector 12 vías), del regulador de ralenti (borne 2), de la sonda lambda (borne 2) y del conector de diagnóstico (borne 12).

El relé de inyección asegura la alimentación eléctrica de la bomba de combustible (borne 4), de la unidad de control (borne 4 conector 12 vías) y del conector de diagnóstico (borne 1).

Desde 1994

El relé de alimentación asegura la alimentación eléctrica simultánea de la unidad de control (borne 1), del regulador de ralenti (borne 2), de los bornes 2 de cada inyector y del borne 3 del captador Hall del distribuidor.

El relé de inyección asegura la alimentación eléctrica de la bomba de combustible (borne 4), del conector de diagnóstico (borne 1) y de la sonda lambda (borne 2).

Cuando la unidad de control corta la alimentación del primario de la bobina se crea simultáneamente una corriente inducida de alta tensión en el secundario correspondiente. La alta tensión se reparte entonces por medio del distribuidor de encendido.

Relé compresor climatización

La unidad de control pilota el relé de puesta en marcha del compresor de climatización. Esto permite verificar por medio de los diferentes captadores que la potencia absorbida por el compresor no perturbará el funcionamiento del motor en cuyo caso se bloquea la alimentación del embrague del compresor. Al ralenti, si el compresor de climatización se solicita, la unidad de control aumenta previamente el régimen por medio del regulador de ralenti acelerado antes de conectar el compresor.

Regulador de ralenti acelerado

Para los vehículos con climatización, el circuito comporta un regulador de ralenti acelerado que asegura un aumento del régimen de ralenti antes de conectar la climatización.

Conector de diagnóstico

La unidad de control tiene una función de control de los periféricos (sondas, captadores y cableados) que memoriza las averías de funcionamiento. La lectura de esta memoria es posible por medio de destellos del testigo de avería de la inyección situado en el cuadro de instrumentos.

Testigo de avería

Está situado abajo a la derecha en el cuadro de instrumentos y está conectado a la unidad de control que cuando detecta una avería lo ilumina. Al efectuar un puente entre los bornes 8 y 3 (TE1 y E1) del conector de diagnóstico el testigo parpadea y emite los códigos de avería.

Códigos de avería

Al efectuar un puente entre los bornes 8 y 3 (TE1 y E1) del conector de diagnóstico el testigo parpadea y emite los códigos de avería. Se pueden presentar dos casos.

No hay ningún código memorizado. El testigo parpadea regularmente en intervalos de 0,26 segundos.

Si hay uno o más códigos memorizados, el testigo parpadea de la siguiente manera: se apaga durante 4,5 segundos, se enciende 0,52 segundos,

Inyectores

La presión de alimentación está regulada a un valor fijo y el único parámetro que influye sobre la cantidad inyectada es la duración de apertura de los inyectores. La unidad de control determina la cantidad de aire aspirada por el motor (presión y temperatura de aire de admisión y posición de mariposa) y adapta la riqueza de mezcla por la duración del impulso enviado a los inyectores para mantener la relación estequiométrica.

Los inyectores están comandados dos a dos (cil. 1-3 y 2-4) a cada vuelta de motor por señal de masa desde la UC.

Regulador de ralenti

Es una electroválvula fijada bajo el colector de admisión de tipo cursor rotativo y doble bobinado. Se encarga de hacer variar la sección de una canalización montada en derivación de la mariposa. Esta variación de sección permite mantener constante el régimen de ralenti independientemente de la carga aplicada al motor.

Bobina de encendido

Los valores de encendido óptimos para cada estado de funcionamiento del motor están memorizados en la unidad de control. Esta comanda el circuito primario de la bobina con el avance adecuado a las condiciones instantáneas de funcionamiento del motor.



emite una serie de destellos regulares de 0,26 segundos (primera cifra o decena del código), se apaga durante 2,5 segundos, emite una segunda serie de destellos regulares de 0,26 segundos (segunda cifra o unidades del código). El final del código viene determinado por un apagado de 4,5 segundos. Después aparece el siguiente código (si existe).

Cuando la unidad de control ha memorizado varios códigos, se muestran en orden creciente. La serie de códigos se repite mientras está colocado el puente en el conector de diagnóstico.

Lectura de los códigos de avería

Condiciones de lectura

- batería correctamente cargada.
- caja de cambios o caja automática en punto muerto.
- accesorios eléctricos apagados.
- motor a su temperatura de funcionamiento.

LECTURA

- Conectar un puente entre los bornes 9 y 3 (TE2 y E1) del conector de diagnóstico (ver figura).
- Dar el contacto.
- Poner el motor en marcha y rodar a una velocidad de 10 km/h.
- Desconectar el puente y hacer otro puente entre los bornes 8 y 3 (TE1 y E1).
- Leer los códigos de avería y consultar el cuadro adjunto.

BORRADO DE LA MEMORIA

Después de cada lectura, la memoria de la unidad de control debe borrarse. Esta operación se efectúa, con el contacto quitado, retirando durante diez segundos el fusible de inyección (nº 24 de 20A) situado en la caja de fusibles del compartimento motor, en las proximidades de la batería.

Nota: también se puede efectuar el borrado de la memoria desconectando el borne negativo de la batería. Esta solución presenta el inconveniente de anular todas las memorias de los otros sistemas (ABS, reloj, etc.)

Después del borrado volver a conectar el fusible y proceder a una prueba en carretera. Leer de nuevo la memoria para asegurarse de que no hay ninguna avería.

CONTROLES, INTERVENCIONES Y REGLAJES

Se pueden efectuar algunos reglajes como: regimen de ralenti, calado del encendido. Para estas operaciones, ver los capítulos correspondientes.

Para los otros órganos del sistema de inyección/encendido no se prescribe ningún reglaje. En caso de defecto será necesario reemplazar el órgano correspondiente. Generalmente esta operación no presenta dificultades particulares.

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN / ENCENDIDO

El procedimiento de diagnóstico y los controles descritos más adelante se aplican a los vehículos equipados con el sistema Toyota TCCS suponiendo que respetan las especificaciones de origen.

Las características eléctricas de los órganos del sistema de inyección/encendido que se facilitan en las páginas siguientes están medidas con un multímetro Métrix MX 63 de comercialización corriente. Este aparato es un multímetro digital clásico al cual se le han añadido funciones específicas para el automóvil (cuentavueltas, medición de los tiempos de inyección, relación cíclica de la sonda lambda, etc.). Es indispensable disponer de un aparato equivalente en prestaciones para efectuar bien el diagnóstico.

237

UTILIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE DIAGNÓSTICO

- Antes de iniciar el procedimiento de diagnóstico es absolutamente necesario efectuar los controles preliminares que se indican a continuación, así como las reparaciones que de ellos se deriven.

- Las características eléctricas proporcionadas sin tolerancias son el resultado de mediciones efectuadas en el vehículo. Su interpretación debe, pues, tener en cuenta las disparidades de producción.

- La utilización del procedimiento requiere el conocimiento previo del funcionamiento del sistema de inyección/encendido. Consultar para ello el apartado que lo describe.

- El procedimiento de diagnóstico debe empezar sistemáticamente por el análisis de los síntomas de mal funcionamiento.

- Los bornes de la UC están marcados 1A, 3B 6 5C (por ejemplo). Interpretar la información como sigue: borne 1A = borne nº1 del conector A.

- El cuadro que sigue permite establecer la lista de controles a efectuar en función de los síntomas constatados.

CONTROLES PRELIMINARES

- Circuito de arranque en buen estado: batería, cableado y motor de arranque.

- Bujías y cables en buen estado y conformes con la preconización.

- Circuito de la corriente de alta tensión en buen estado.

- Fusibles en buen estado.

- Carburante conforme con la preconización del constructor.

- Filtro de carburante limpio y montado correctamente.

- Tuberías de recirculación de vapores de carburante herméticas y no estranguladas.

- Tuberías de carburante en buen estado (sin fugas) y filtro de gasolina montado correctamente y en buen estado.

- Tuberías de recirculación de vapores de aceite: hermetismo, calibres colocados y de diámetro correcto.

- Circuito de alimentación de aire: hermetismo de las tuberías, cierre perfecto de las piezas entre sí (juntas de colector, de unidad de inyección, etc.), filtro de aire limpio y bien colocado.

- Tubo de escape en buen estado: hermetismo de las piezas entre sí (juntas de colector, tubo descendente/silenciador primario).

- Reglaje del cable del acelerador: retorno en posición de ralentí y apertura máxima de la mariposa.

- Circuito de asistencia de freno hermético y válvula de retención en buen estado.

- Motor en buen estado mecánico (compresión, calado de la distribución correcto, juego de las válvulas, nivel de aceite, etc.).

238

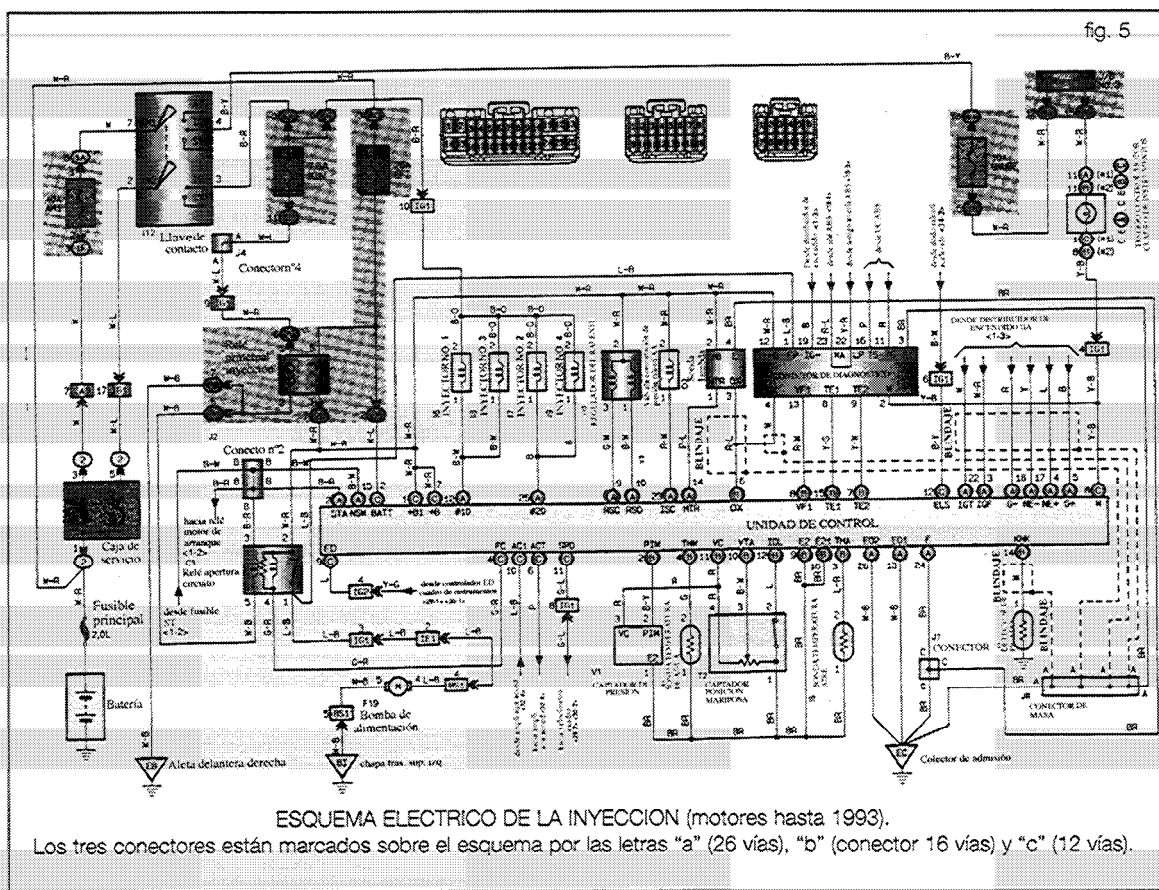
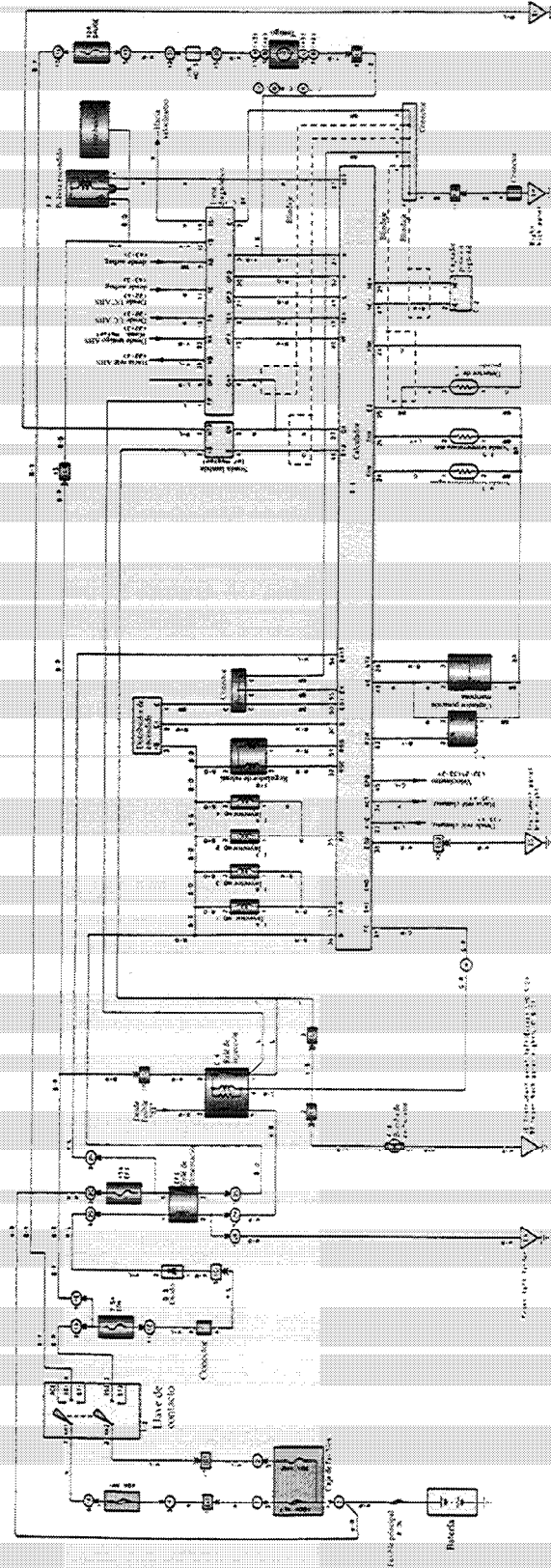




fig. 6



ESQUEMA ELECTRICO DE LA INYECCION (motores desde 1994)



ÍNDICE

SUMARIO	4
---------------	---

TEÓRICA

EL AUTOMÓVIL	5
--------------------	---

Definición	5
------------------	---

Clasificación	5
---------------------	---

TIPOS DE AUTOMÓVILES	6
----------------------------	---

PARTES DEL AUTOMÓVIL	7
----------------------------	---

EL MOTOR	8
----------------	---

Características	8
-----------------------	---

– Según el combustible empleado	8
---------------------------------------	---

– Según la forma de realizar la combustión	8
--	---

– Según el número de carreras del pistón en cada ciclo	9
--	---

– Según el número de cilindros	10
--------------------------------------	----

– Según las disposición de los cilindros	10
--	----

– Según la disposición del cigüeñal y el orden de encendido de los motores policilíndricos	14
--	----

– Según el número de válvulas por cilindro y su disposición en la cámara	15
--	----

– Según el sistema de alimentación	16
--	----

Partes principales de un motor básico y características del mismo	17
---	----

– Partes principales de un motor básico	18
---	----

• La culata	18
-------------------	----

• Las válvulas	18
----------------------	----

• El árbol de levas	18
---------------------------	----

• Los cilindros	18
-----------------------	----

• El bloque	18
-------------------	----

• Los pistones	18
----------------------	----

• Los segmentos	18
-----------------------	----

• Las bielas	18
--------------------	----

• El cigüeñal	18
---------------------	----

• Los cojinetes de bancada	18
----------------------------------	----

• El volante	18
--------------------	----

• La correa de distribución	18
-----------------------------------	----

• Colectores de admisión	18
--------------------------------	----

• Colectores de escape	18
------------------------------	----

• Cáster de aceite	18
--------------------------	----

– Términos utilizados para el estudio del motor	19
---	----

• Punto muerto superior (P.M.S.)	19
--	----

• Punto muerto inferior (P.M.I.)	19
--	----

• Diámetro o calibre	19
----------------------------	----

• Carrera	19
-----------------	----

• Volumen desplazado por el pistón o cilindrada unitaria	19
--	----

• Volumen de la cámara de combustión	19
--	----

• Volumen total del cilindro	19
------------------------------------	----

• Relación volumétrica	19
------------------------------	----

• Cilindrada	19
--------------------	----

UNIDADES PRINCIPALES DEL MOTOR	20
Masa y peso	20
Fuerza	20
Potencia	20
Par motor	20
Presión	20
Densidad	20
Revoluciones	21
Estudio termodinámico	22
– Diagrama teórico	22
• <i>Admisión</i>	22
• <i>Comprensión</i>	22
• <i>Explosión-Expansión</i>	22
• <i>Escape</i>	22
– Diagrama práctico	22
Transformaciones del motor	23
– Rendimientos de un motor	23
– Rendimiento energético	23
Curvas características del motor	24
242 FORMAS CONSTRUCTIVAS DEL MOTOR	25
ELEMENTOS FIJOS DEL MOTOR	26
Bloque de cilindros	27
– El cilindro	27
– El bloque	28
– Las camisas	29
La culata	30
Junta de culata	31
Cárter	31
Colectores	32
– Colector de admisión	33
– Colector de admisión de plástico	34
– Colector variable	34
– Sistema de admisión variable ACAV	35
– Colector de escape	35
ELEMENTOS MÓVILES DEL MOTOR	37
Sistema biela-manivela	37
El émbolo o pistón	37
– El material	38
– Tipos de émbolos	38
– Partes principales del émbolo	39
– El bulón del émbolo	39
Segmentos	40
– Tipos de segmentos	40
• <i>Los segmentos de comprensión</i>	40
• <i>Los segmentos de engrase</i>	40
– Material empleado en los segmentos	40
La biela	41

– Partes de la biela	41
• Pie de biela	41
• Cabeza de biela	41
• Cuerpo o caña de la biela	41
– Material de las bielas	42
Cigüeñal	42
Características constructivas	43
El volante	43
Equilibrado	44
Función de los cojinetes en el motor	45
Diseño y fabricación de los cojinetes de fricción	46
DISTRIBUCIÓN	47
El sistema de distribución	47
Diagrama de la distribución	48
Válvulas	49
– Asientos de válvulas	50
– Muelles de válvulas	50
– Copela del muelle de válvula	50
– Guías de válvula	50
– Árbol de levas	51
– Material y fabricación	51
– Perfil de levas	51
– Emplazamiento	52
– Mando del árbol de levas	52
– Por engranajes	53
– Por cadena	53
– Por correa dentada	54
– Distribución variable	54
– Accionamiento de las válvulas (empujadores y balancines)	55
– Taqués	55
– Varillas	55
– Los balancines	56
– Taqués hidráulicos	57
– Funcionamiento	57
• Principio de apertura de la válvula	57
• Apertura de la válvula	57
• Recuperación del juego	57
– El sistema SV	58
– El sistema OHV	58
– El sistema OHC	58
– Mando desmodrónico	59

243

DIAGNOSIS

DIAGNOSIS DE LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL MOTOR, VÁLVULAS Y JUNTA DE CULATA	60
Problemas relacionados con los diferentes órganos del motor	60
Problemas relacionados con el ajuste de válvulas	61
Problemas relacionados con la junta de culata	61

PRÁCTICAS

HERRAMIENTAS Y ÚTILES DE TRABAJO	62
– Grúa elevación motor	63
– Soporte grupo motopropulsor	63
– Pie de rey	63
– Palmero o micrómetro	63
– Reloj comparador	63
– Juego de galgas	64
– Llave dinamométrica	64
– Útil para el desmontaje de válvulas	65
– Comparador de cilindros	65
– Útil para el desmontaje de los bulones del pistón	65
– Alicates de segmentos	65
– Mármol y apoyos en “V”	66
– Ceñidor de segmentos	66
– Diversos útiles y herramientas especiales	66
– Medidor de tensión de la correa de distribución	66
– Útil de reglaje de los balancines	67
– Control de juegos con <i>plastigage</i>	67
TRABAJOS PRÁCTICOS EN UN MOTOR (ROVER 2.0 - 2.2)	68
244 CONSEJOS PARA EL TRABAJO EN EL MOTOR	69
CONTROLES GENÉRICOS EN LOS ÓRGANOS MECÁNICOS DEL MOTOR	69
DESMONTAJE DEL GRUPO MOTOPROPULSOR	70
Desarmado del motor	73
DESMONTAJE DE LA CORREA DE LA DISTRIBUCIÓN	74
Desmontaje de la culata	75
– En culata de simple árbol de levas	75
– En culata de doble árbol de levas	76
Desarmado del bloque del motor	77
Trabajo en las piezas fijas del motor	79
– Limpieza del bloque	79
– Control del bloque de los cilindros	79
– Control y verificación de la culata	79
Desmontaje de las válvulas	79
Control de las válvulas y las guías	80
Cambio de una guía de válvula	80
Control del árbol de levas	80
– Control del juego axial	80
– Control del juego radial	81
Control de los balancines	81
Planitud de la culata	81
Control de la altura de las válvulas	81
Comprobación de los asientos de válvula y rectificado	82
Montaje de las válvulas y árbol de levas	82
Montaje de la culata	82
Reacondicionamiento del motor	84

- Control de biela y pistones	84
- Control del bulón del pistón	84
- Control de los pistones y segmentos	84
- Control de las bielas	86
- Ensamblado conjunto biela-pistón	86
- Control del cigüeñal	86
- Medición del salto	87
- Medición de la ovalización y la conicidad	87
- Medición del juego axial	87
- Emparejamiento de los cojinetes del cigüeñal	88
Control de los ejes compensadores	88
- Control de los apoyos	88
• Medición del salto	88
• Medición de la conicidad	88
• Medición del juego radial	88
Ensamblado del motor	88
CAMBIO DE UNA CORREA DE DISTRIBUCIÓN Y CALADO	90
Desmontaje	90
Montaje y calado	90
CAMBIO Y CALADO DE UNA CADENA DE LA DISTRIBUCIÓN	92
Distribución por cadena con árbol de levas en el bloque OHV	92
Distribución por cadena con árbol de levas en culata OHC	92
Montaje y puesta a punto	93
CALADO DE UNA DISTRIBUCIÓN POR PIÑONES	94
REGLAJE DE TAQUÉS	95
El reglaje de las válvulas de escape	95
El de cruce de válvulas	95
JUEGO DE VÁLVULAS CON ÁRBOL DE LEVAS EN CABEZA	96
Control del juego de las válvulas con mando directo del árbol de levas sobre taqués interpuestos	96
JUEGO DE VÁLVULAS CON COMPENSADOR HIDRÁULICO	97
Constitución y funcionamiento	97
Funcionamiento	97
- Fase de recuperación del juego	97
- Fase de compresión	97

TEÓRICA

ALIMENTACIÓN DE LOS MOTORES ENCENDIDOS POR CHISPA (GASOLINA)	98
LA COMBUSTIÓN	99
Introducción	99
Propagación de la combustión	99
- Volumen fijo	99
- Volumen variable	99
Factores que influyen en la combustión	100
- Naturaleza del combustible	100
- Estado de la mezcla	100
- Calidad de la chispa	100

- Forma de la cámara de combustión	100
- Número de bujías	100
- Turbulencias	100
El picado como fenómeno de la combustión	101
- Autoencendido	101
- Encendido anticipado	101
- La naturaleza del combustible	101
- Índice de octanaje	101
- Índices de octanajes de diferentes gasolinas utilizadas	101
LA CARBURACIÓN	102
Dosificación	102
Vaporización	102
- La temperatura	102
- La presión	103
- La superficie de evaporación	103
Homogeneización	103
El carburador elemental	103
Curvas características de los caudales de aire y gasolina en el carburador elemental	104
Principios de la automaticidad	105
Cuba de nivel constante	105
Disposición de la cuba y del flotador	106
Disposición de los carburadores	107
TECNOLOGÍA DE LAS DIFERENTES FUNCIONES DE UN CARBURADOR	108
Automaticidad	109
Elementos que constituyen el circuito principal	109
- Diámetro del cuerpo	109
- Difusor o venturi	109
- Centrador	109
- Surtidor principal	109
- Surtidor de automaticidad y tubo de emulsión	110
Circuito de ralentí	111
Progresión	111
Circuito de puesta en marcha en frío	113
Starter	113
Estrangulador	114
Estrangulador automático	115
Modo de calentamiento de los bimetales	115
- Aire caliente	115
- Calentamiento eléctrico	115
- Calentamiento por agua	115
Problemas de congelación y percolación	116
- Congelación	116
- Efectos	116
- Percolación	116
CORRECTORES DE RIQUEZA	117
La bomba de aceleración	117
Econostatos	117

CARBURADOR DE DOBLE CUERPO	118
CARBURADORES DE VENTURI VARIABLE	119
CARBURADORES ELECTRÓNICOS	120

DIAGNOSIS

EL MOTOR NO ARRANCA	121
DIFICULTAD DE ARRANQUE EN FRÍO	121
DIFICULTAD DE ARRANQUE EN CALIENTE	122
FALTA DE POTENCIA	122
CONSUMO DE GASOLINA ELEVADO	123
EL MOTOR ARRANCA Y DESPUÉS SE PARA TRAS ALGUNAS EXPLOSIONES	123
RALENTÍ INESTABLE O TENDENCIA AL CALADO	124

PRÁCTICAS

REGLAJE DE CARBURADORES	125
Prerreglaje al aparato	125
- Prerreglaje de la mariposa de gases	125
- Reglaje del sistema de arranque	127
- Prerreglaje del tornillo de ralentí	128
- Puesta en marcha del motor	128
- Reglaje del ralentí	128
- Bomba de aceleración a leva	129
- Verificar riqueza en progresión	129
- Análisis del gas de escape	129

TEÓRICA

VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN FRENTE AL CARBURADOR	130
CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN	130
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	131
PARTES DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA BÁSICA (L2-JETRONIC)	131
SISTEMAS MULTIPUNTO	132
Sistema K-Jetronic	132
Sistema KE-Jetronic	132
Sistema LE-Jetronic, LE2 y LE3-Jetronic	133
Sistema LH-Jetronic	133
HISTORIA DE LA INYECCIÓN DE GASOLINA BOSCH	134
SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	135
Sistema K-Jetronic	135
- Relación aire-carburante	136
- Composición de los gases de escape	136

- Estructura del sistema	136
- Bomba eléctrica de carburante	137
- Filtro de carburante	137
- Acumulador de carburante	137
- Inyectores	138
- Inyector de arranque en frío	138
- Temporizador térmico	138
- Válvula de aire adicional	139
- Regulador de fase de calentamiento	140
- Caudalímetro de aire y reparto de carburante	140
- Regulador de presión	141
Sistema KE-Jetronic	142
- Bomba eléctrica de carburante	143
- Inyector de arranque en frío	143
- Temporizador térmico	144
- Dosificación de combustible	144
SISTEMA COMPLETO DE GESTIÓN MOTOR CON CENTRAL KE-JETRONIC	145
- Régimen de ralentí	146
- Interruptor de mariposa	146
- Fases de deceleración	147
- Regulación Lambda	147
248 SISTEMA LE3-JETRONIC	148
- Relación aire-carburante	149
- Componentes del sistema	149
- Bomba eléctrica del carburante	150
- Filtro de carburante	150
- Regulador de presión	151
- Amortiguador de pulsaciones	151
- Inyectores electromagnéticos	151
- Válvula de aire adicional	152
- Sonda de temperatura del motor	153
- Interruptor de mariposa	154
- Caudalímetro	154
- Regulación Lambda	155
- Central electrónica	155
SISTEMA LH-JETRONIC	156
- Bomba eléctrica de carburante	157
- Inyectores electromagnéticos	157
- Servorregulador de ralentí	158
- Sonda de temperatura del motor	158
- Interruptor de ralentí	159
- Caudalímetro a hilo caliente	159
- Esquema eléctrico SAAB 900 Turbo 16 v	160
- Esquema eléctrico PEUGEOT 405 GRI-SRI, CITROËN BX 19 GTI	161
- Esquema eléctrico del sistema KE-Jetronic (AUDI-SEAT)	162

DIAGNOSIS

DIAGNOSIS DE LA INYECCIÓN K-JETRONIC	163
DIAGNOSIS DE LA INYECCIÓN KE-JETRONIC	164
DIAGNOSIS DE LA INYECCIÓN LE3-JETRONIC	165

PRÁCTICAS

INYECCIÓN BOSH K-JETRONIC	166
Principio de funcionamiento de un motor SEAT-VOLKSWAGEN	166
– Marcha normal	166
– Arranque en frío y ralentí	167
– Arranque en caliente	167
Control de las presiones	167
– Colocación del manómetro	167
– Presión de mando	167
• <i>Motor frío</i>	167
• <i>Motor caliente</i>	167
– Presión de alimentación	167
– Presión remanente	168
– Presión al parar el motor	168
– Desmontaje y montaje del caudalímetro	168
• <i>Desmontaje</i>	168
• <i>Montaje</i>	169
– Control del plato sonda	169
– Cambio y control de los inyectores	169
• <i>Desmontaje</i>	169
• <i>Montaje</i>	169
• <i>Control de los inyectores</i>	169 249
– Control del inyector de arranque en frío	169
– Reglaje del mando de acelerador	170
• <i>Reglaje de base de la mariposa</i>	170
• <i>Reglaje del cable del acelerador</i>	170
– Reglaje del ralentí y de la riqueza	170
– Reglaje del ralentí	170
• <i>Reglaje del contenido en CO</i>	170
INYECCIÓN BOSCH KE-JETRONIC	171
Constitución y funcionamiento	171
Adaptación óptima a los diferentes estados de marcha	172
– Calentamiento y fase posterior al arranque	172
– Aceleración	172
– Corte de alimentación en deceleración	172
– Limitación del régimen	172
– Ralentí	172
Controles y reglajes del contactor de la mariposa	172
– Control	172
– Reglaje	172
Control de las presiones	173
– Colocación del manómetro	173
– Presión de mando	173
– Presión diferencial	173
Control de los inyectores	173
Desmontaje y montaje del caudalímetro	173
Control del plato sonda	173
– Reglaje	173
– Carrera en vacío	174
• <i>Ajuste de base de la palanca de reglaje</i>	174

- Reglaje del ralenti y del CO	175
- Reglaje del CO	175
Controles eléctricos	175
INYECCIÓN LE3-JETRONIC	176
Constitución y funcionamiento de la inyección	176
Control y reglaje del dispositivo de inyección	177
- Reglaje de la posición inicial de las mariposas	177
• Condiciones previas	177
• Primer cuerpo	177
• Segundo cuerpo	177
- Reglaje de la caja de contactores de la mariposa	177
• Condiciones previas	177
• Función y numeración de los bornes de la caja	177
• Reglaje del contacto de posición de ralenti	177
• Control del contacto en posición de ralenti	177
• Control del contacto en posición de plena carga	177
- Control del regulador de presión	178
- Reglaje del régimen ralenti	178
- Reglaje de la riqueza	178
Control en los bornes de la unidad de control de inyección	179

TEÓRICA

SISTEMA DE INYECCIÓN MONOPUNTO	180
Sistemas SPI, MIW, Mono-Jetronic	180
INYECCIÓN ELECTRÓNICA SPI (MONOJETRONIC)	181
Relación aire-carburante	182
Composición de los gases de escape	182
Bomba eléctrica de carburante	183
Filtro y regulador de presión	183
Inyector electromagnético	184
Captador de presión absoluta	184
Captador de ángulo de mariposa	185
Sensor de temperatura de aire	185
Motor paso a paso	185
Sonda de temperatura del motor	186
Circuito de encendido	187
Captador de régimen de ralenti y PMH	188
Bobina y módulo de potencia	188
Esquema de funcionamiento	189
Esquema eléctrico del sistema de inyección monojetronic Bosch	190
MONO-INYECCIÓN WEBER	191
Bomba eléctrica de carburante	192
Filtro y regulador de presión	192
Captador de presión absoluta	193

Potenciómetro de mariposa	193
Motor paso a paso	194
inyector electromagnético	194
Sensor de temperatura de aire	195
Sonda de temperatura del motor	195
Cuerpo de inyección	195
Regulador de % CO	196
Grupo de encendido	196
Esquema eléctrico del sistema de inyección Magneti Marelli "IAW 06F"	197

DIAGNOSIS

DIAGNOSIS DE LA INYECCIÓN MONOPUNTO	198
---	-----

PRÁCTICAS

INYECCIÓN MONO-JETRONIC	199
Circuito de alimentación de carburante	199
– Bomba de carburante	199
– Relé de bomba	199
– inyector	200
– Regulador de presión de carburante	200
– Circuito de admisión de aire	201
• Potenciómetro de abertura angular de la mariposa	201
• Sonda de temperatura del aire aspirado	201
• Corrector de ralentí	201
– Unidad de control electrónico	201
• Sonda Lambda	201
Control del ralentí	201
– Condiciones del ralentí	201
– Condiciones de control	201
– Control	201
Controles y reglajes de los órganos	201
– Control y reglaje del contactor de mariposa	201
– Control del regulador	202
Control del inyector	202
– Control mecánico	202
– Control eléctrico	202
Diagnóstico	202
– Controles eléctricos	203
– Condiciones	203
– Controles	203
– Controles eléctricos en los bornes del conector de la unidad de control (inyección monopunto) ..	203

TEÓRICA

SISTEMAS MULTIPUNTO CON GESTIÓN COMBINADA DEL ENCENDIDO Y LA INYECCIÓN	204
--	-----

ÍNDICE

	Sistema Renix	205
	Sistema Ford EEC	206
	Sistema TCCS de Toyota	206
	Otras variantes ECCS de Nissan, PGM-EFI de Honda	206
	SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA RENIX	207
	Componentes de la instalación	208
	Relación aire-carburante	209
	Bomba de combustible	209
	Filtro de combustible	209
	Regulador de presión	209
	Inyectores electromagnéticos	210
	Válvula de regulación de ralentí	210
	Sensor de temperatura de aire	210
	Sonda de temperatura de motor	211
	Interrruptor de mariposa	211
	Captador de presión absoluta	211
	Sensor de RPM y fase	213
	Cuerpo de mariposa	213
252	Conexión a la central	214
	Esquema eléctrico Renault 21, 25 inyección y Volvo 480 ES	215
	SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MONOTRONIC	216
	Bomba eléctrica de carburante	217
	Filtro de carburante	217
	Regulador de presión	217
	Amortiguador de pulsaciones	218
	Inyectores electromagnéticos	218
	Válvula de aire adicional	218
	Esquema de conexión de la válvula de aire adicional y ubicación	218
	Sonda de temperatura de motor	219
	Interrruptor de mariposa	219
	Caudalímetro	220
	Sensor de temperatura de aire	221
	Regulación Lambda	221
	Sensor de RPM y Fase	221
	Central electrónica	222
	Esquema eléctrico Opel Omega 2.0i	222

TEÓRICA

SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA DE CASOLINA	223
--	-----

PRÁCTICAS

ENCENDIDO Y ALIMENTACIÓN FORD EEV	225
---	-----

Constitución y funcionamiento	225
– Alimentación eléctrica	225
– Alimentación de carburante	226
– Alimentación de aire	227
Captadores e informaciones recibidas por la UC	227
Actuadores	228
– Diagnóstico con polímetro del sistema de inyección y encendido	229
Precauciones a tomar	229
Controles preliminares	230
Control de encendido	230
– Control de la presencia de chispas en las bujías	230
Autodiagnóstico con aparatos especializados	230
Situación de los diferentes componentes del sistema de gestión de motor FORD EEC V	231
SISTEMA DE INYECCIÓN MULTIPUNTO SECUENCIAL TOYOTA (TCCS)	232
Gestión motor	232
Constitución y funcionamiento	232
– Alimentación eléctrica	232
– Alimentación de combustible	234
– Alimentación de aire	234
– Captadores	234
Unidad de control	235
Autodiagnóstico	235
Actuadores	235
– Relés	235
– Inyectores	236
– Regulador de ralentí	236
– Bobina de encendido	236
– Relé compresor climatización	236
– Regulador de ralentí acelerado	236
– Conector de diagnóstico	236
– Testigo de avería	236
– Códigos de avería	236
• <i>Lectura de los códigos de avería</i>	237
• <i>Lectura</i>	237
• <i>Borrado de la memoria</i>	237
Controles, intervenciones y reglajes	237
Diagnóstico del sistema de inyección/encendido	237
Utilización del procedimiento de diagnóstico	237
Controles preliminares	238
Esquema eléctrico de la inyección (motores desde 1994)	239

