

SEAT

Asistencia Técnica

Grupo Volkswagen

LE-2 Jetronic

Sistema de inyección

Programa Autodidáctico nº 3


**FORMACION
ASISTENCIAL**

Contenido

| | |
|--------------------------------------|----|
| Generalidades | 4 |
| Principio de funcionamiento | 6 |
| Círculo de combustible y componentes | 8 |
| Círculo de aspiración | 13 |
| Sistema de control electrónico | 14 |
| Localización de averías | 25 |
| Esquema eléctrico | 26 |
| Sistema de encendido | 28 |

Las exactas indicaciones de reparación y ajuste se incluyen en los Manuales de Reparación de los distintos modelos.

Generalidades

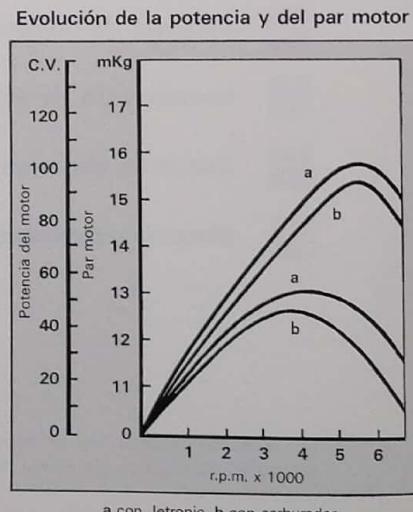
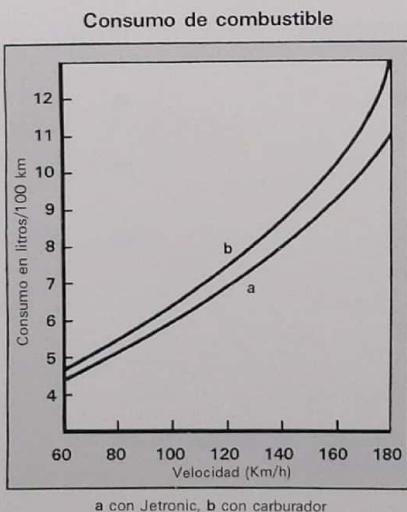
La cantidad de gases nocivos que salen por el tubo de escape están influenciados por muchos factores.

Dos de los más importantes son: la dosificación de la mezcla y el proceso de la combustión.

Las instalaciones de inyección electrónica LE-2 y LU-2 presentan ventajas esenciales frente a los sistemas con carburador, gracias a su dosificación más exacta, bajo estados de servicio diferentes y velocidades de flujo variables.

La inyección de gasolina ofrece una serie de ventajas:

- Mayor potencia específica
- Menor consumo específico de combustible
- Menos residuos no quemados en los gases de escape
- Par motor más alto en bajas revoluciones



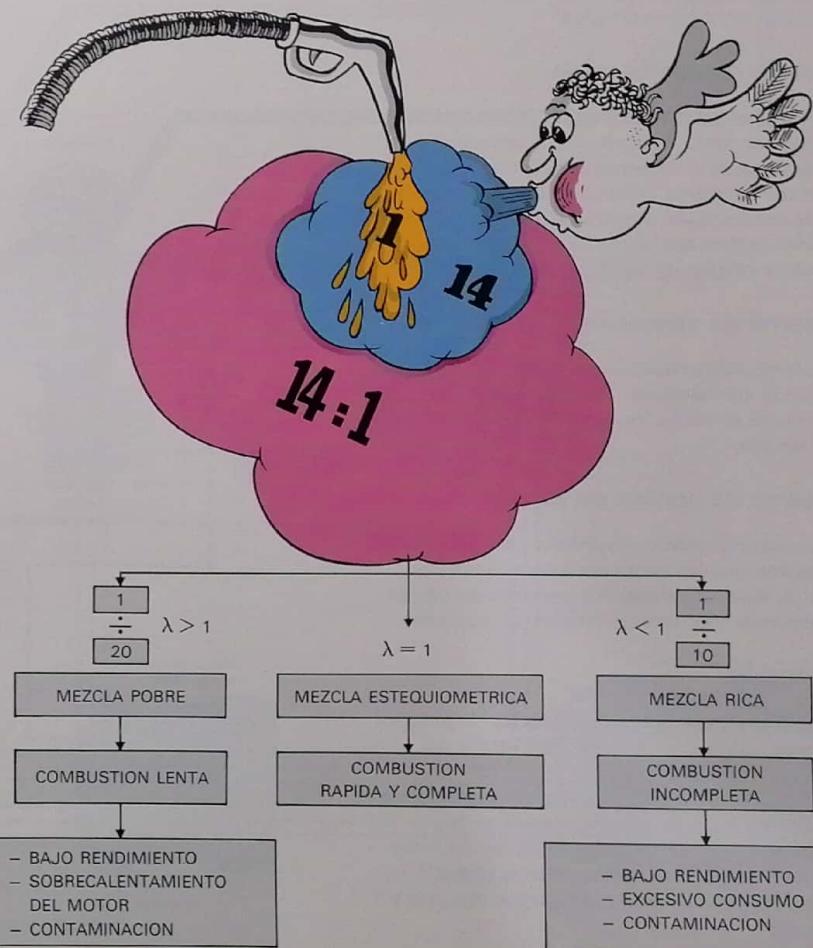
Formación de la mezcla

Por mezcla se entiende la preparación de combustible y aire. Como símbolo para la relación combustible-aire se eligió la letra griega Lambda (λ).

Se define como relación estequiométrica el número que pone en relación las cantidades de dos sustancias que combinan químicamente entre sí. En el caso de la gasolina-aire es 1:14.

Para quemar completamente 1 kg. de combustible se requiere 14 kg. de aire (1:14). Relación estequiométrica, según la cual los gases emitidos por el escape son poco nocivos.

Según la relación de mezcla, los motores emiten más o menos sustancias nocivas.



Principio de funcionamiento

Principio

La bomba principal, alimentada por una bomba previa, impulsa el combustible al motor y genera la presión necesaria para la inyección.

Las válvulas de inyección inyectan el combustible en los distintos tubos de admisión. Una unidad electrónica controla las válvulas de inyección.

El LE-2 Jetronic se compone esencialmente de los siguientes bloques funcionales:

Círculo de combustible

El sistema de alimentación impulsa el combustible desde el depósito a las válvulas de inyección, genera la presión necesaria para la inyección, y mantiene constante dicha presión. El sistema de combustible incluye: bombas de alimentación, filtro de combustible, tubo distribuidor, regulador de presión y válvulas de inyección.

Sistema de aspiración

El sistema de aspiración hace llegar al motor el caudal de aire necesario. Consta de filtro de aire, colector de admisión, mariposa y los distintos tubos de admisión.

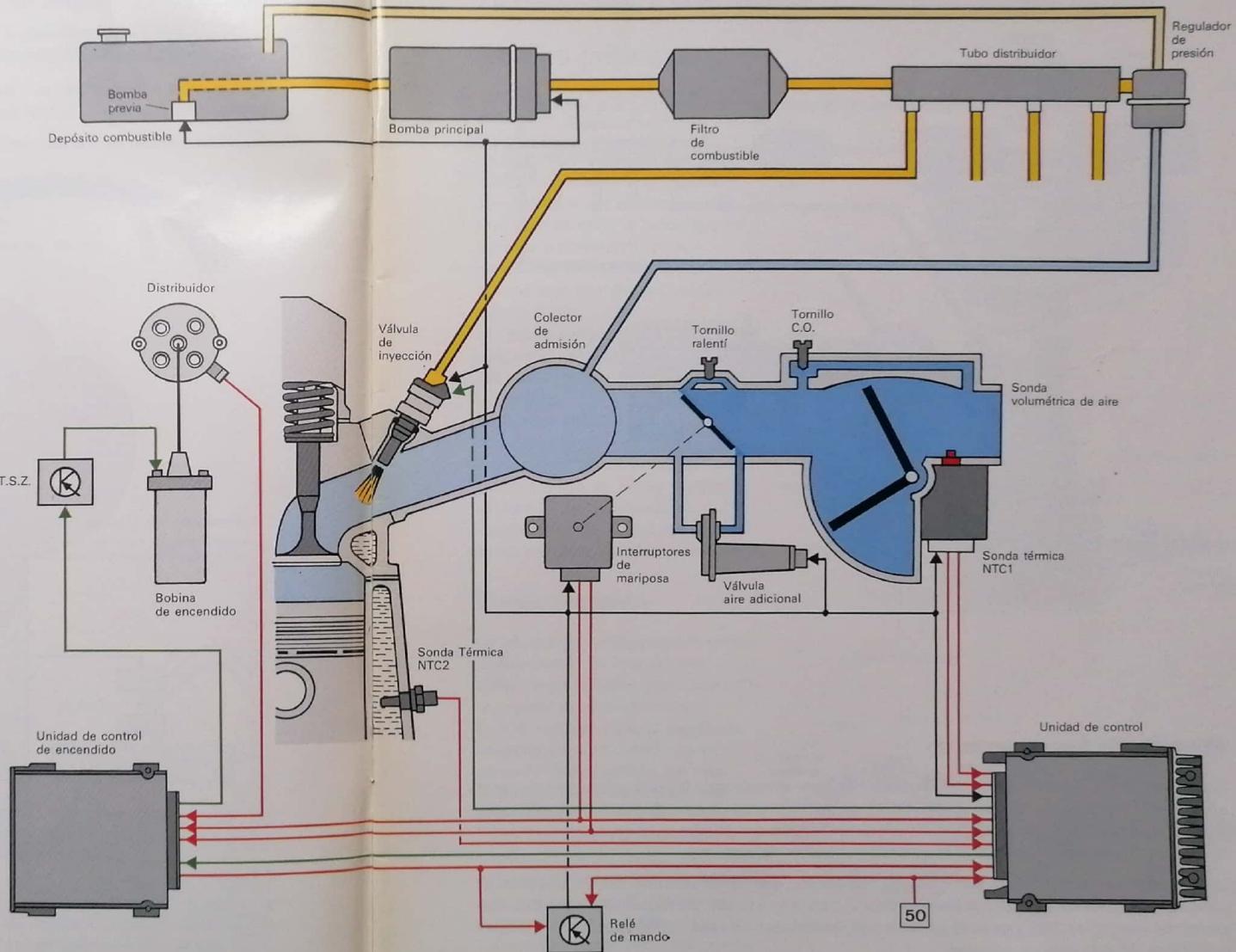
Sistema de control de inyección

En la unidad de mando electrónica LE-2 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.

Sensores

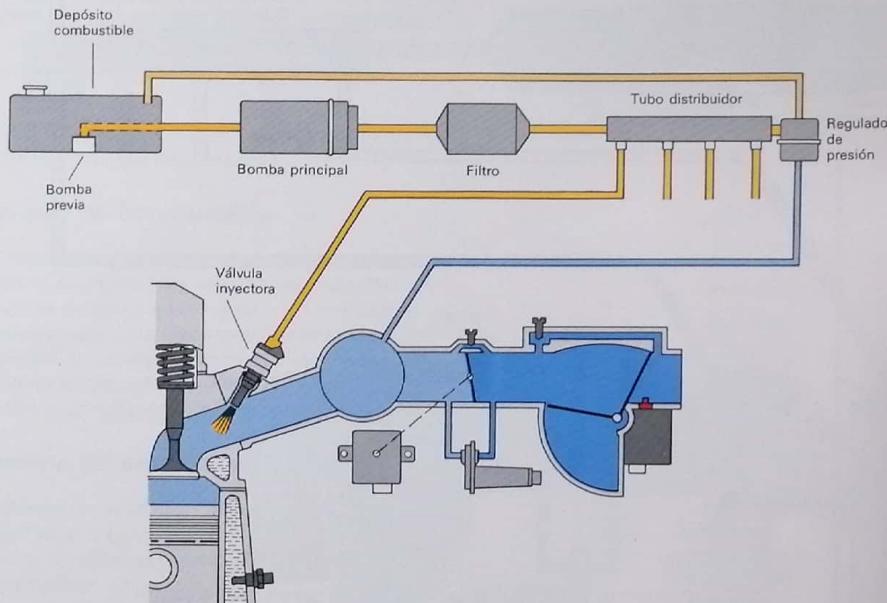
Los sensores (medidores) registran las magnitudes características del motor para cada estado de servicio.

Las magnitudes más importantes son el caudal de aire aspirado, que es registrado por la sonda volumétrica de aire, y el régimen de revoluciones del motor. Otros sensores registran la posición de la mariposa y las temperaturas del aire aspirado y del motor.



Círculo de combustible y componentes

El sistema de alimentación suministra bajo presión, el caudal de combustible necesario para el motor en cada estado de servicio.



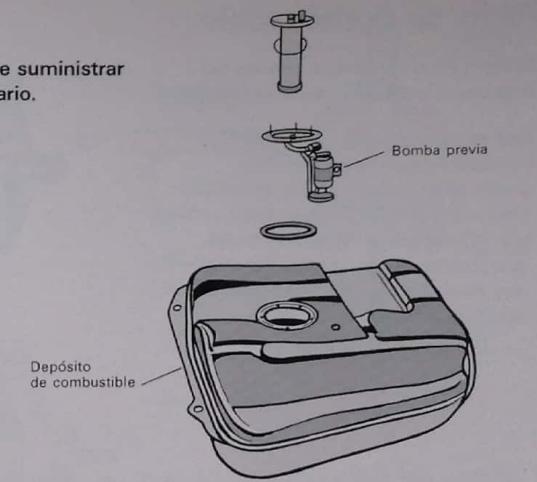
Principio de funcionamiento

Una bomba previa situada dentro del depósito mantiene alimentada a la bomba principal, que es la encargada de impulsar el combustible a través de un filtro hasta un tubo distribuidor donde están acopladas las válvulas de inyección. En un extremo del tubo distribuidor se encuentra un regulador que es el encargado de mantener constante la presión del sistema.

La cantidad de combustible suministrada es mayor que la consumida por el sistema. El combustible sobrante retorna constantemente al depósito a través del regulador de presión, con ello se refrigerará el circuito y se evita la formación de burbujas de vapor, eliminándose así posibles problemas de arranque en caliente.

Bomba previa

La misión de la bomba previa es la de suministrar a la bomba principal el caudal necesario.



Bomba principal

Como bomba de combustible se utiliza 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 refrigerará bien el electromotor.

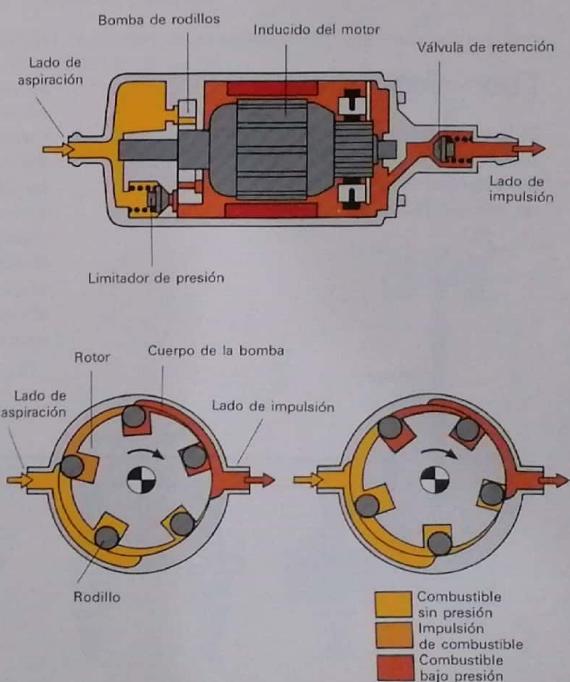
No existe peligro de explosión, ya que en la carcasa de la bomba y del motor no hay mezcla inflamable.

La bomba impulsa más combustible del que el motor de combustión puede necesitar como máximo, para así poder mantener la presión en el sistema de alimentación en todos los estados de servicio que pueden presentarse.

Funcionamiento

La bomba de rodillos propiamente dicha, consta de una cámara cilíndrica en la que gira un disco rotor dispuesto excéntricamente.

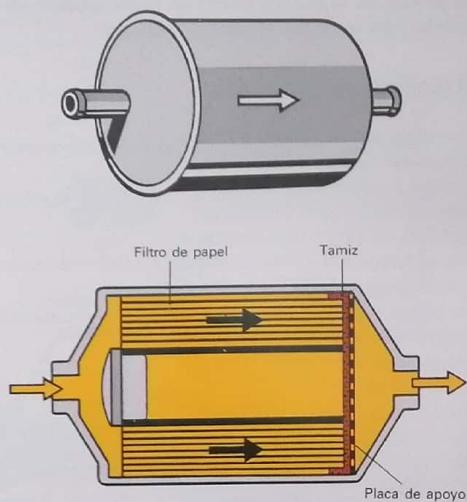
Este lleva unos rodillos metálicos alojados en unas cavidades o cámaras de la periferia del rotor. Al girar el rotor, los rodillos son empujados hacia el exterior por la fuerza centrífuga, y actúan como junta rotativa. El efecto de bombeo tiene lugar porque los rodillos obturadores rotativos crean en la entrada de combustible una cámara cuyo volumen aumenta periódicamente, y en la salida de combustible, otra cuyo volumen disminuye también periódicamente.



Filtro de combustible

El filtro de combustible retiene las impurezas existentes en el combustible.

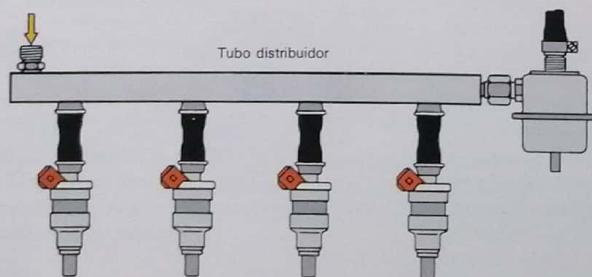
Está situado a continuación de la bomba principal. Este contiene un elemento de papel con un tamaño medio de poro de $10 \mu\text{m}$, y detrás un tamiz que retiene las partículas de papel que pueden desprenderse. Por ello ha de respetarse imprescindiblemente el sentido del flujo indicado en el filtro.



Tubo distribuidor

El tubo distribuidor garantiza una presión igual del combustible en todas las válvulas de inyección, asumiendo a su vez la función de acumulador.

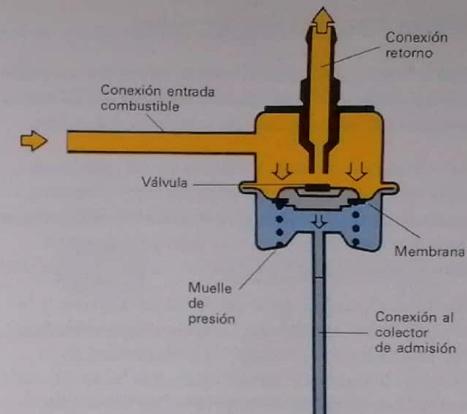
Su volumen es lo suficientemente grande, en comparación con la cantidad de combustible inyectada en cada ciclo de trabajo del motor, como para evitar las oscilaciones de presión. Las válvulas de inyección conectadas al tubo distribuidor están sometidas por ello a la misma presión de combustible. Además el tubo distribuidor permite un montaje sin complicaciones de las válvulas de inyección.



Regulador de presión

Tiene por misión regular la presión en el sistema de alimentación de combustible. Se trata de un regulador controlado por membrana, que regula la presión del circuito dependiendo del estado de carga del motor.

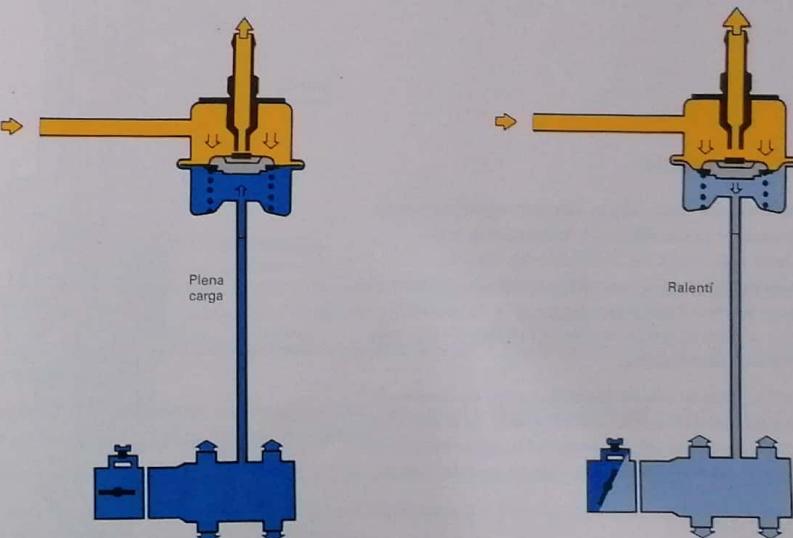
Consta de un tubo metálico dividido en dos cámaras por una membrana rebordeada; en una de las cámaras va alojado el muelle helicoidal pretensado que somete a carga la membrana; la otra cámara contiene el combustible.



Funcionamiento

Cuando se supera la presión ajustada, una válvula accionada por la membrana deja libre el orificio para la tubería de retorno, con lo que el combustible sobrante puede volver sin presión al depósito. La cámara del muelle del regulador de presión va unida a través de una tubería al colector de admisión del motor, detrás de la mariposa. Esto hace que la presión en el sistema de alimentación dependa de la presión absoluta en el colector de admisión.

Con el motor parado la válvula del regulador de presión se curva totalmente por efecto de la fuerza del muelle, de modo que se retenga la presión en el circuito.



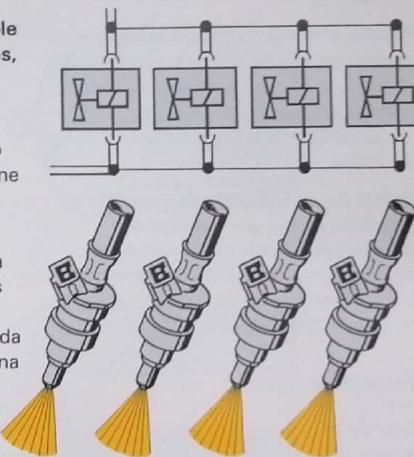
Círculo de aspiración

Válvulas de inyección

Las válvulas de inyección inyectan el combustible en los distintos tubos de admisión de los cilindros, delante de las válvulas de admisión del motor.

La válvula de inyección consta de un cuerpo de válvula y de la aguja del inyector con el inducido magnético superpuesto. El cuerpo de válvula contiene el devanado magnético y la guía para la aguja del inyector.

Están conectadas eléctricamente en paralelo y la inyección es simultánea en los cuatro conductos de admisión. Para mejorar la uniformidad de la mezcla, la inyección se realiza en dos fases. En cada vuelta del motor se inyecta la mitad de la gasolina necesaria para un ciclo completo.

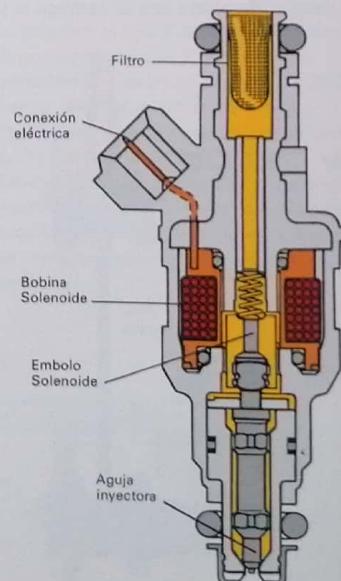


Funcionamiento

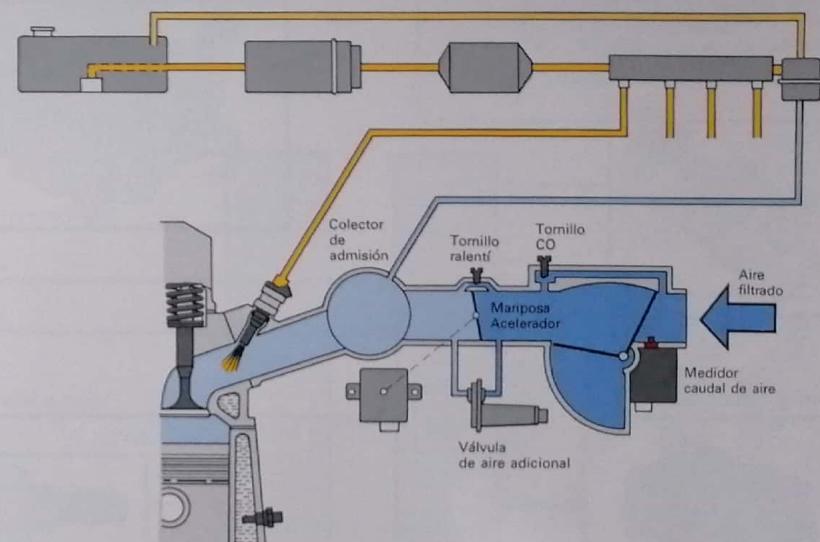
Las válvulas son accionadas electromagnéticamente, abriéndose y cerrándose en respuesta a los impulsos eléctricos de la unidad de mando.

Cuando el devanado magnético está sin corriente, la aguja es presionada por un muelle helicoidal contra su asiento, en la salida de la válvula cerrando el paso de combustible.

Al ser excitado el electroimán, la aguja es levantada de su asiento y el combustible puede salir por una ranura anular calibrada. En el extremo delantero de la aguja del inyector existe una espiga pulverizadora.



El círculo de aspiración hace llegar al motor el caudal de aire necesario.



Principio de funcionamiento

El aire aspirado por el motor después de ser filtrado pasa a través del medidor del caudal de aire al colector de admisión donde se reparte con uniformidad a todos los cilindros.

La cantidad de aire aspirado depende de la abertura de la mariposa accionada por el pedal del acelerador.

Para el funcionamiento en ralentí, el aire necesario pasa a través de un canal de by-pass regulado por un tornillo de reglaje. (tornillo de ralentí).

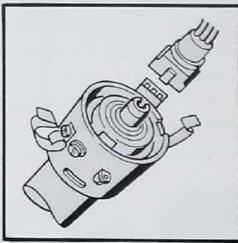
El control de CO se efectúa a través de un segundo by-pass controlado por el tornillo de CO.

Para superar las resistencias durante el funcionamiento en frío del motor, se surte a éste con más aire a través de la válvula de aire adicional.

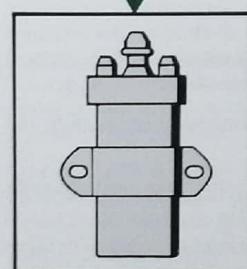
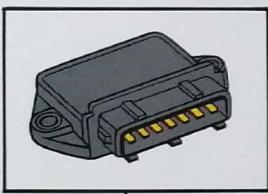
Sistema de control electrónico

El control electrónico de inyección junto con el de encendido, forma un sistema integral con dos unidades de mando separadas y relacionadas entre sí. Ambas reciben señales procedentes de los sensores, para adaptar exactamente el caudal de inyección y el ángulo de encendido.

Distribuidor de encendido con generador Hall

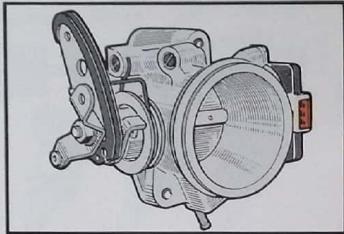


Bloque electrónico

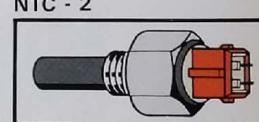


Unidad de mando encendido

Interruptores de mariposa



Señal de carga



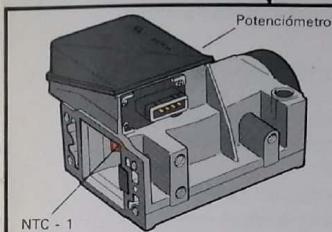
Señal de revoluciones

■

- Positivo del relé de mando
- Señales de entrada
- Señales de salida

Bobina de encendido

Medidor caudal de aire



NTC - 1

Señal volumen de aire

Señal temperatura aire

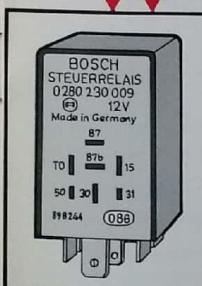
Señal de ralentí

Señal plena carga

Señal temperatura motor

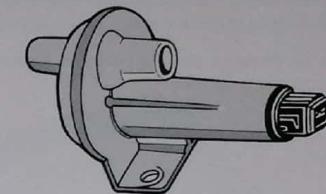
50

Señal de arranque

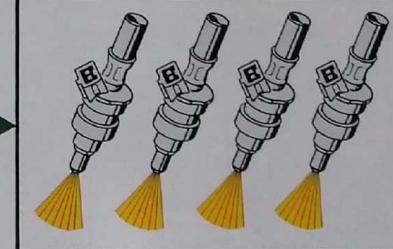


Relé de mando

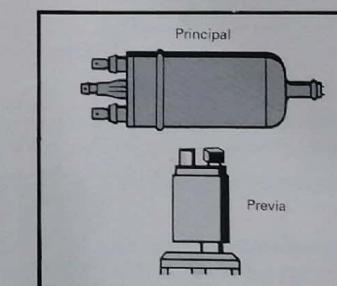
Válvula de aire adicional



Válvulas inyectoras



Unidad de mando LE-2 Jetronic

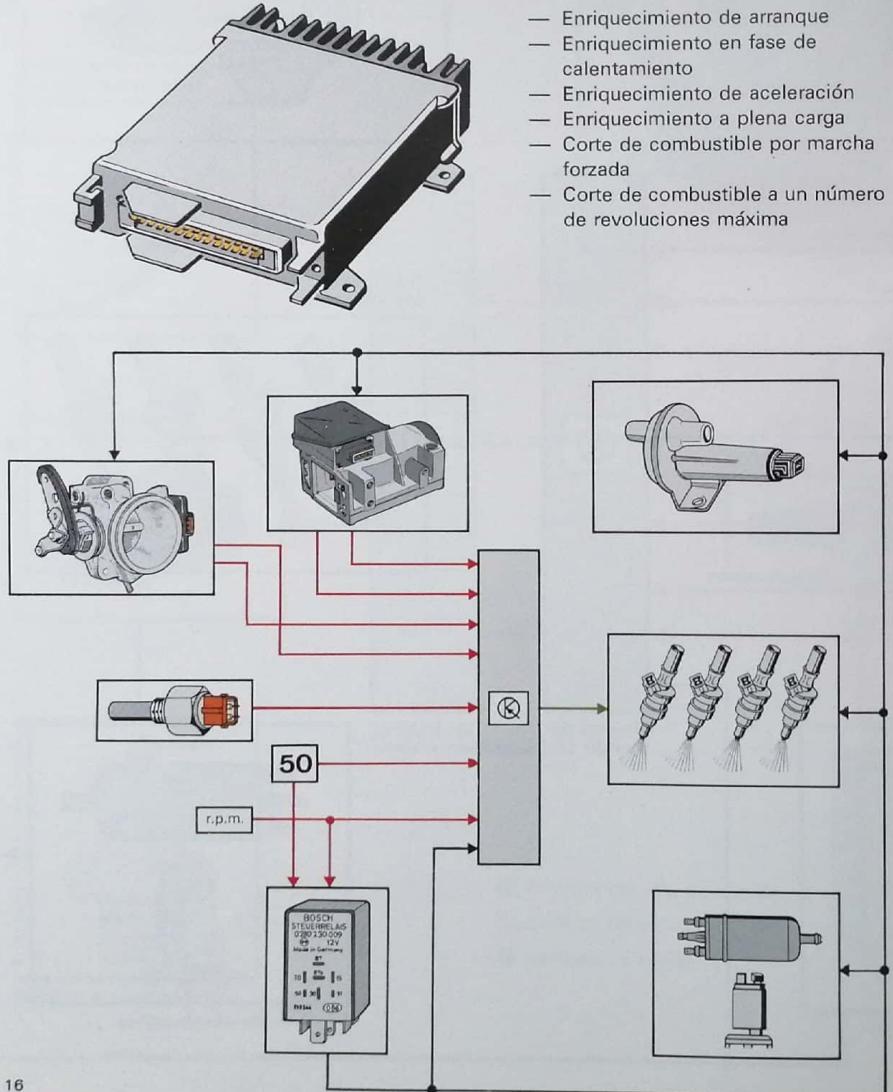


Bombas de combustible

Unidad de mando LE-2 Jetronic

La unidad de mando elabora las informaciones recibidas de los distintos sensores, para así generar el tiempo de inyección a través de los inyectores.

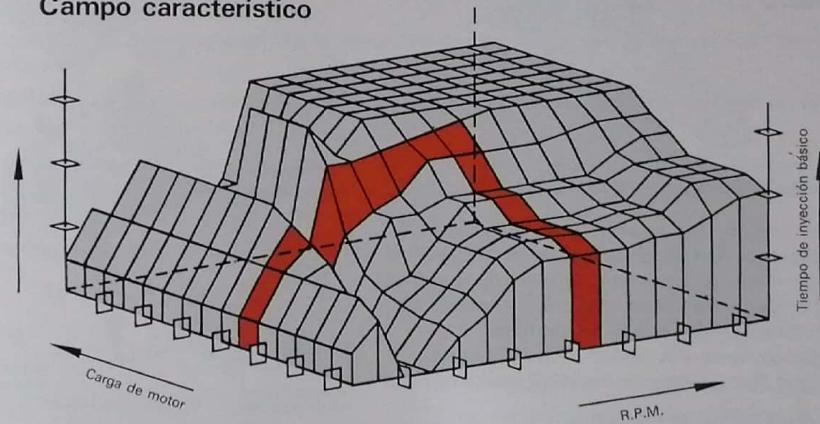
Asimismo se encarga de controlar las siguientes funciones:



16

Principios de funcionamiento

Campo característico



Tras someter al motor a minuciosos ensayos en el banco de pruebas, se determina cada tiempo de inyección en función de la carga del motor a un número determinado de revoluciones.

De todo ello se obtiene una combinación de tiempos distintos de inyección (combustible inyectado) en función de la carga y nº de revoluciones del motor.

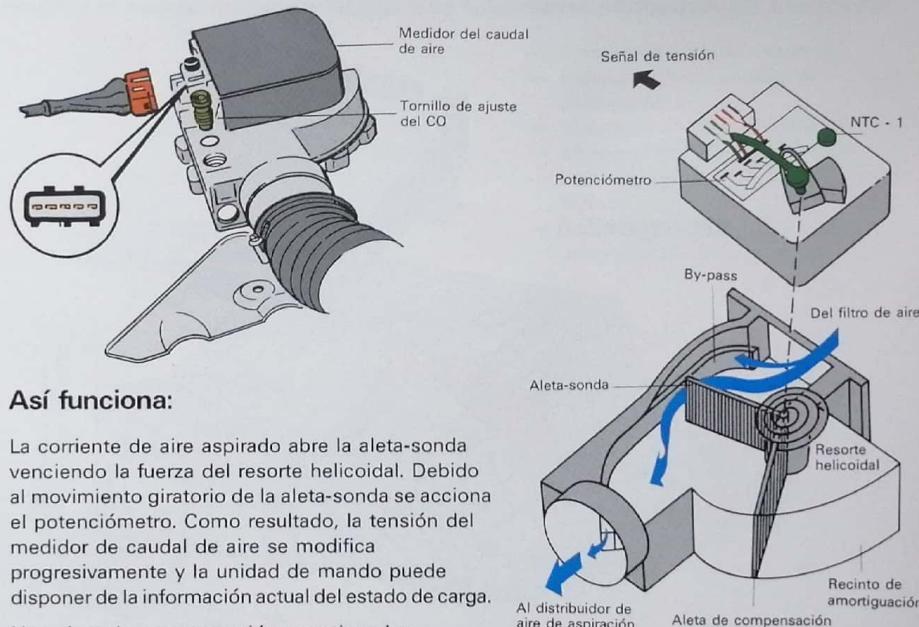
Esta combinación de tiempos básicos de inyección es la que denominamos **Campo Característico**, cuyos valores son memorizados en el interior de la unidad de mando, de tal forma que ésta sabrá siempre que combustible debe de inyectar en cada momento.

17

Carga del motor

El estado de carga del motor es una de las magnitudes básicas necesarias para la determinación del tiempo básico de inyección.

La información "carga" la recibe la unidad de mando del medidor del caudal de aire.



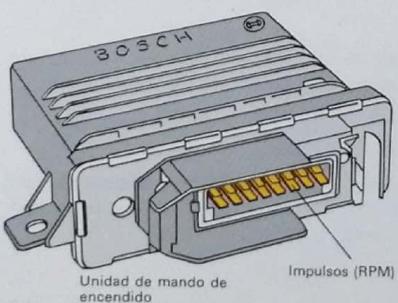
Así funciona:

La corriente de aire aspirado abre la aleta-sonda venciendo la fuerza del resorte helicoidal. Debido al movimiento giratorio de la aleta-sonda se acciona el potenciómetro. Como resultado, la tensión del medidor de caudal de aire se modifica progresivamente y la unidad de mando puede disponer de la información actual del estado de carga.

Una aleta de compensación amortigua las vibraciones de la aleta-sonda.

Revoluciones del motor

El número de revoluciones del motor es la otra magnitud básica necesaria para la determinación del tiempo básico de inyección.



La información del número de revoluciones la recibe la unidad de mando de inyección proveniente de la unidad de mando de encendido.

Además de las magnitudes básicas de entrada para la determinación del tiempo de inyección, se requieren magnitudes correctoras para:

- Enriquecimiento de arranque en frío
- Enriquecimiento en fase de calentamiento
- Enriquecimiento a plena carga
- Corte de combustible en marcha forzada
- Adaptación a la temperatura del aire aspirado

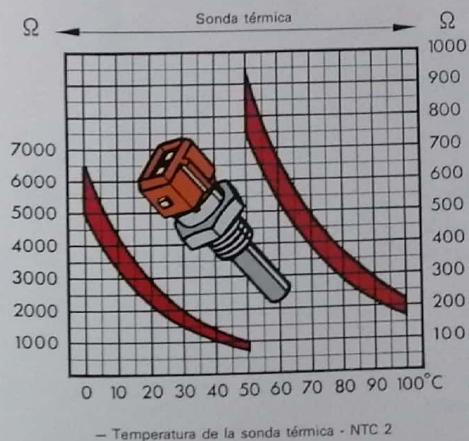
Arranque en frío

Durante la fase de arranque en frío, la unidad de mando debe inyectar una cantidad extra de combustible.

La temperatura del motor y la señal de arranque son las magnitudes de entrada necesarias para el enriquecimiento en esta fase.

La información de arranque (50) la recibe la unidad de mando del commutador de arranque. Esta información también se usa para producir un pequeño enriquecimiento durante la fase de arranque independientemente de la temperatura del motor.

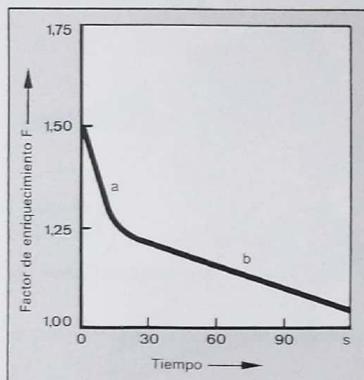
La información de la temperatura del motor la recibe de la sonda térmica NTC-2.



La sonda térmica consta de un perno rosado hueco en el que va alojada una resistencia NTC. Las siglas NTC significan "Negativer Temperatur coefficient" (coeficiente negativo de temperatura) y se caracteriza por la propiedad de que la resistencia eléctrica de un material semiconductor disminuye al aumentar la temperatura. Esta variación es aprovechada con fines de medición.

Fase de calentamiento

La temperatura del motor es la magnitud de entrada necesaria para el enriquecimiento en la fase de calentamiento.



La sonda térmica NTC-2 proporciona además a la unidad de mando la información para el enriquecimiento de calentamiento, dependiendo de la temperatura del líquido refrigerante.

Evolución del enriquecimiento en la fase de calentamiento

Durante los primeros segundos (parte a de la gráfica), el enriquecimiento depende principalmente del tiempo transcurrido desde el arranque. Finalizado este tiempo (parte b de la gráfica) sólo se tiene en cuenta la temperatura del motor.

Fase de plena carga

Durante el servicio de plena carga, el motor necesita más combustible.

El interruptor de plena carga accionado por la mariposa, da a la unidad de mando la información relativa al servicio de plena carga. Esta señal es elaborada por la unidad de mando para incrementar el tiempo de inyección.

Corte en marcha forzada

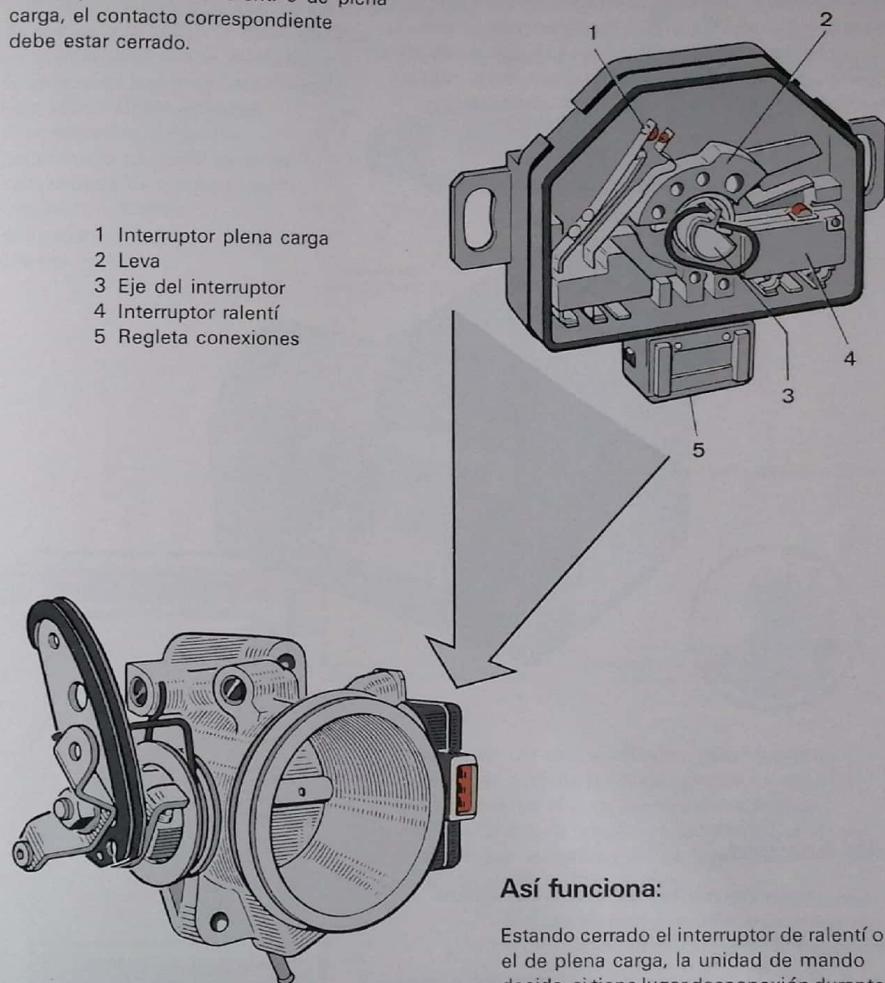
Durante la marcha con freno motor se desconecta el caudal de inyección, medida que permite ahorrar combustible. Esta función se activa cuando la unidad de mando recibe las siguientes informaciones:

- Régimen del motor superior a 1500 r.p.m. (unidad de mando encendido)
- Mariposa cerrada (interruptor de ralentí accionado por la mariposa o sea contacto cerrado)

Posiciones de los interruptores de mariposa

En las posiciones de ralentí o de plena carga, el contacto correspondiente debe estar cerrado.

- 1 Interruptor plena carga
- 2 Leva
- 3 Eje del interruptor
- 4 Interruptor ralentí
- 5 Regleta conexiones

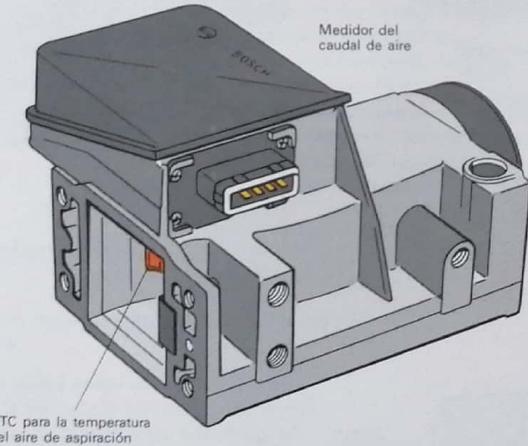


Así funciona:

Estando cerrado el interruptor de ralentí o el de plena carga, la unidad de mando decide si tiene lugar desconexión durante la marcha por deceleración o bien enriquecimiento a plena carga.

Adaptación de la temperatura del aire aspirado

La temperatura del aire de aspiración es una medida de la densidad del aire y con ello un factor para la relación de combustible/aire. Conforme a ello la unidad de mando puede corregir el tiempo de inyección, en el caso de temperaturas diferentes del aire de aspiración.



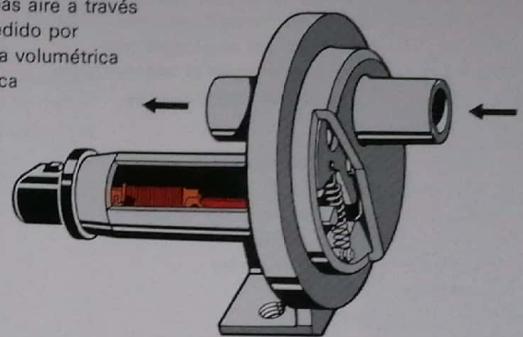
Así funciona:

En el interior del medidor de caudal hay alojada una resistencia NTC que baja de valor al aumentar la temperatura del aire.

Al disminuir la temperatura del aire y aumentar la densidad del mismo, el sensor de temperatura produce un aumento de la cantidad de inyección en el tubo de admisión por medio de la unidad de mando.

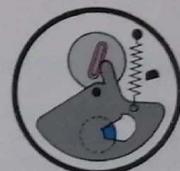
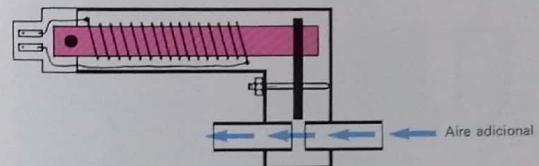
Válvula de aire adicional

La válvula de aire adicional procura más aire a través del by-pass. Este aire adicional es medido por la sonda volumétrica de aire. La sonda volumétrica de aire se abre más, y la señal eléctrica en el potenciómetro se hace mayor. El tiempo de inyección se prolonga para añadir al aire adicional el combustible necesario. Esta mezcla adicional se utiliza para superar las resistencias de rozamiento durante el funcionamiento en frío del motor.

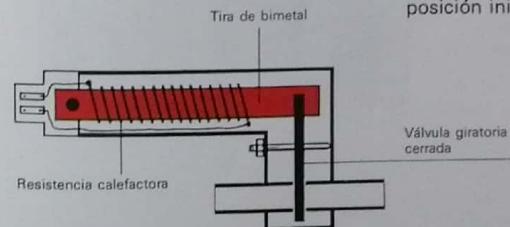


Así funciona:

Durante el arranque en frío, la válvula giratoria para el aire adicional está abierta.



Una tira de bimetal se calienta eléctricamente, con ello se acciona la válvula giratoria y se cierra paulatinamente el paso para el aire adicional. Además, la tira de bimetal es calentada por el calor irradiado por el motor y así se consigue una posición inicial independiente.

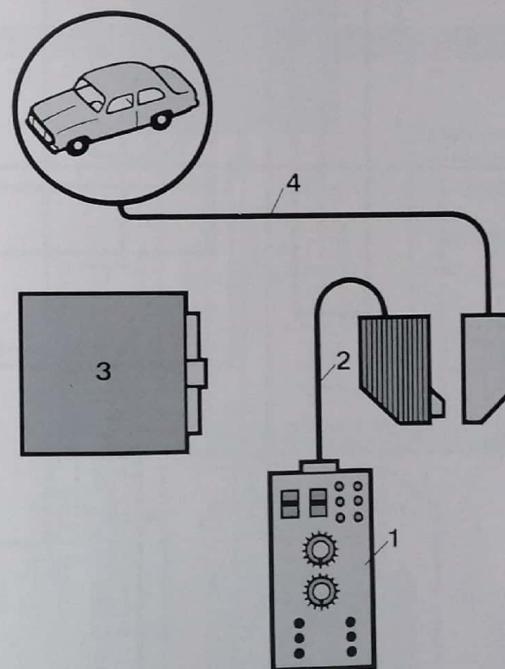


Localización de averías

Aparato de ensayo

En caso de avería, se procederá a su localización mediante el equipo de diagnosis.

Dado que no es posible verificar internamente la unidad de mando, deberemos comprobar los componentes periféricos y los valores obtenidos deberán compararse con los indicados en los Manuales de Reparación correspondientes.

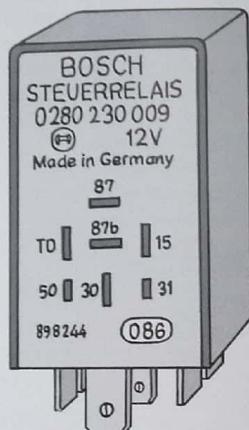


- 1 — Aparato de ensayo
- 2 — Cable adaptador
- 3 — Aparato de mando de inyección
- 4 — Mazo de cables del vehículo

Relé de mando

Se ha dotado al sistema de un relé electrónico controlado por la señal de revoluciones proveniente del módulo de encendido. De tal manera que mientras el motor esté en marcha el relé mantiene alimentados a los siguientes componentes:

- Aparato de mando de inyección
- Válvula de aire adicional
- Commutadores en la mariposa de gases
- Medidor del caudal de aire
- Bomba previa de combustible
- Bomba principal
- Válvulas de inyección

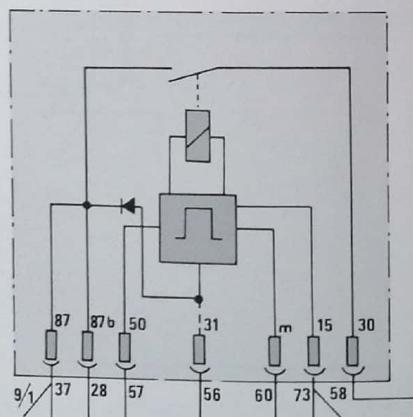


Funcionamiento:

Al dar contacto, se alimenta al relé con positivo (contacto 15), con lo que el relé cierra durante 1 seg. aproximadamente, asegurándose presión en el circuito gracias al funcionamiento de las bombas.

En el proceso de puesta en marcha, llega señal de arranque (contacto 50) al relé de mando; esta señal garantiza el cierre en la fase de arranque.

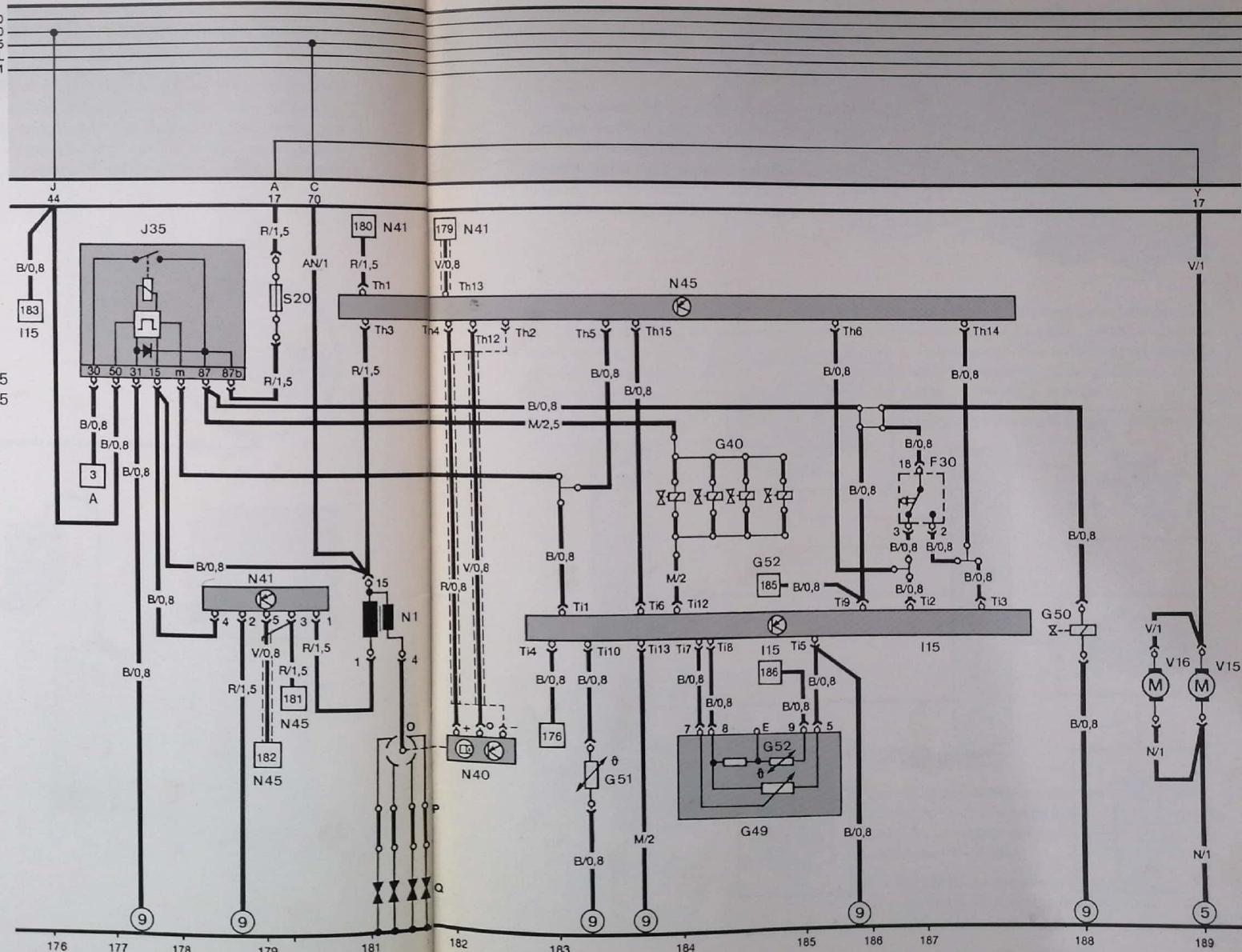
Una vez el motor en marcha, permanece cerrado debido a la señal de revoluciones.



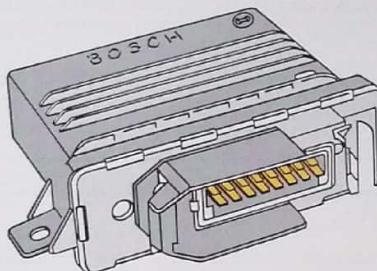
Esquema eléctrico

Sistema de inyección y encendido con mando electrónico

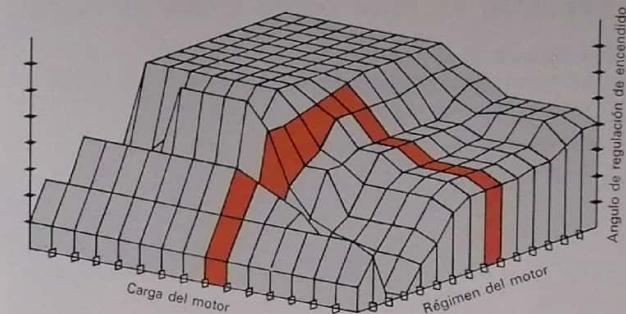
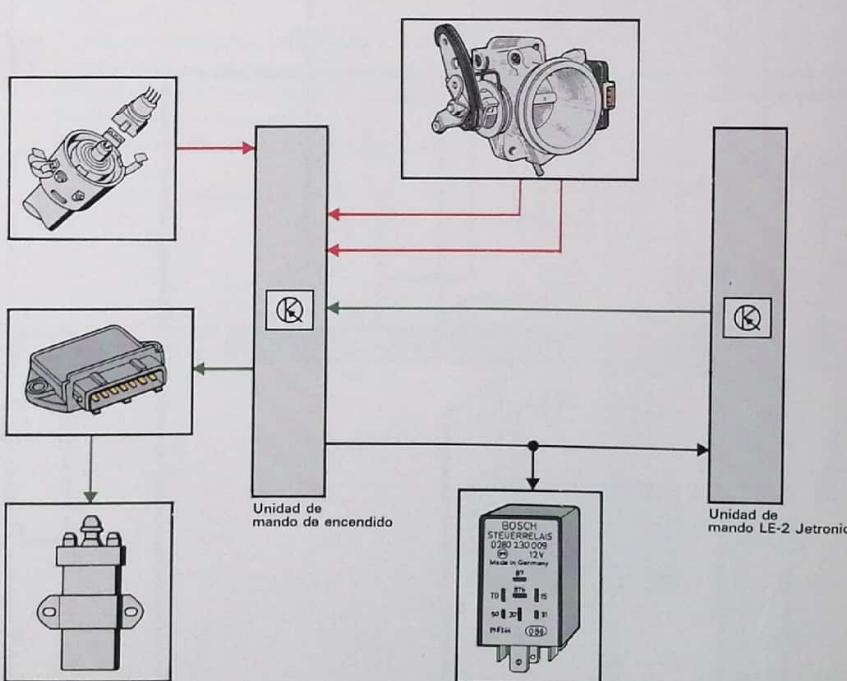
- A – Batería
- F30 – Interruptor de la mariposa de gases
- G40 – Inyectores
- G49 – Medidor de caudal de aire
- G50 – Válvula de aire adicional
- G51 – Sensor de temperatura del motor (NTC-2)
- G52 – Sensor de temperatura del aire (NTC-1)
- I15 – Unidad de mando de inyección
- J35 – Relé de mando
- N1 – Bobina de encendido
- N40 – Transmisor Hall
- N41 – Etapa final de potencia de encendido
- N45 – Unidad de mando del encendido
- O – Distribuidor del encendido
- P – Cables y capuchones de bujías
- Q – Bujías de encendido
- S20 – Fusible aéreo
- Th – Pastilla de 15 contactos para conexión al N45
- Ti – Pastilla de 25 contactos para conexión al I15
- V15 – Bomba previa de gasolina en el depósito
- V16 – Bomba principal de gasolina
- (5) – Espárrago de masas en la parte post. izq. del maletero
- (9) – Espárrago de masas en el colector de admisión



Unidad de mando de encendido totalmente electrónico

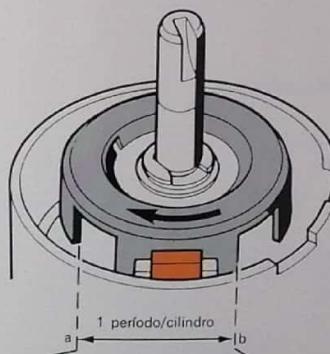


La unidad de mando elabora las informaciones correspondientes a los distintos sensores, analiza los datos, ajusta los respectivos ángulos de encendido y controla la correspondiente fase final de potencia. Además informa a la unidad de inyección y al relé de mando con señal de Revoluciones.



En este tipo de encendido, el avance centrífugo y el de vacío no existen, ya que estas funciones son controladas de forma totalmente electrónica. Microprocesadores y circuitos electrónicos trabajando en función de los diferentes parámetros, que condicionan el momento ideal en que debe producirse la chispa en las bujías, permiten una precisión de funcionamiento extraordinario, que se traduce naturalmente en mejores rendimientos del motor y consumos más bajos.

Para cada valor del estado de Carga del motor y Régimen del motor la unidad de encendido determina un ángulo de encendido diferente.



Distribuidor

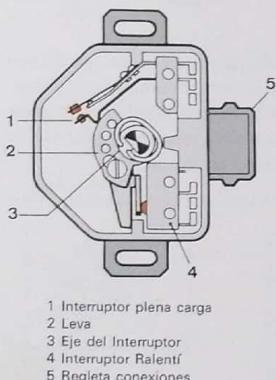
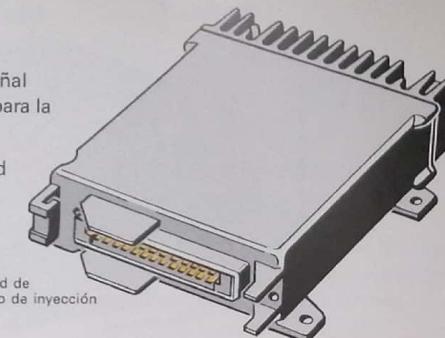
El distribuidor solamente incorpora un Hall para transmitir señales eléctricas a la unidad de mando de encendido, correspondientes al número de revoluciones del motor.

Los sistemas de avance centrífugo y de vacío han sido suprimidos ya que la unidad de mando de encendido asume estas funciones.

Carga del motor

El estado de carga del motor, junto con la señal de revoluciones, son las magnitudes básicas para la determinación del ángulo de encendido.

La información de carga procede de la unidad de inyección.



Interruptores de mariposa

Informan también sobre la posición de la mariposa, a la unidad de mando de encendido.

La señal de los interruptores se emplea para:

- Adecuar el ángulo de encendido a las condiciones de plena carga y ralentí.
- Adaptar el campo característico del encendido en marcha forzada.

NOTA: Para el ajuste básico del encendido se deberán puenteear las tres conexiones de los interruptores.

Así repercuten los ajustes erróneos de los interruptores de mariposa:

INTERRUPTOR DE RALENTÍ, ABIERTO EN RALENTÍ

- Aumenta el ángulo de encendido.
- No se produce el corte de marcha forzada.

INTERRUPTOR DE RALENTÍ, PERMANECE CERRADO AL ABRIR LA MARIPOSA

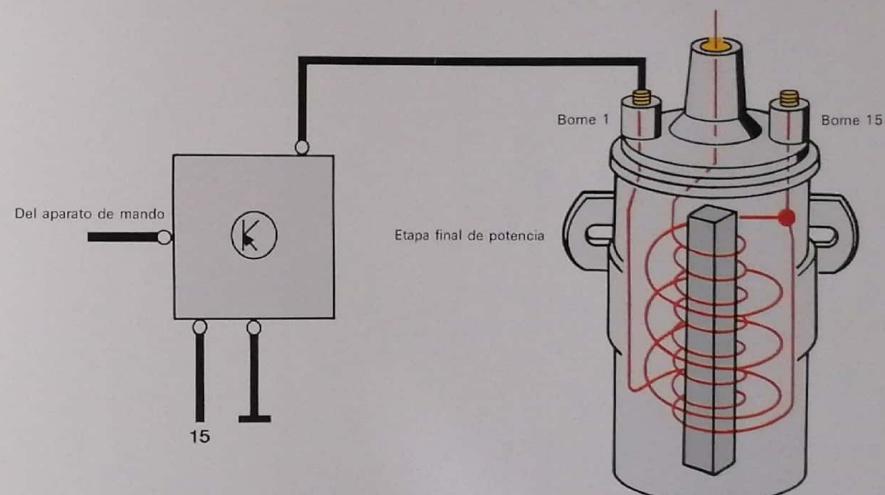
- Menor ángulo de encendido en la fase de transición.
- No se produce el corte de marcha forzada.

INTERRUPTOR DE PLENA CARGA NO CIERRA EN LA POSICIÓN DE PLENA CARGA

- No se alcanza la potencia nominal a plena carga.

Bobina de encendido y etapa final de potencia

La bobina de encendido lleva una etapa final de potencia separada. Tras una señal de tensión del aparato de mando conecta y desconecta la corriente primaria de ella.



Las ventajas de esta disposición separada de la etapa final de potencia y su situación fuera del aparato de mando son:

- Acceso sencillo en caso de trabajos de comprobación
- Mejor disipación del calor
- Menores pérdidas de tensión gracias a la activación directa.

3.851.90.0790 (05.90)
T.G. HOSTENCH, S.A. - Barcelona
D.L. B-13300 - 1990