



Motores térmicos y sus sistemas auxiliares
I.E.S. Virgen del Espino
Dpto. Automoción
Soria

L-Jetronic



L-JETRONIC

Índice

Introducción

Caracterización

Evolución de los sistemas de inyección por mando electrónico

Sistema de inyección L-Jetronic

Medidor del caudal de aire de admisión

Elementos de arranque en frío y control de ralentí

Sensor de presión barométrica

Sonda lambda y el catalizador

Registro del número de revoluciones

Sistema de alimentación de combustible

Sistema de control

Unidad de control

Derivado del L-Jetronic

L-JETRONIC

Introducción

La principal y última función del motor de un automóvil es conseguir convertir la energía térmica procedente de la combustión en energía cinética, es decir, movimiento para conseguir el desplazamiento del vehículo. El momento fundamental del proceso es, lógicamente, cuando se produce la combustión de la gasolina en la cámara de combustión.

Para ello, debe llegar a dicha cámara el combustible correctamente dosificado y mezclado con la cantidad apropiada de aire, para que la combustión sea lo más rápida y eficaz posible. Para conseguir una alimentación correcta de aire-gasolina en el motor disponemos de dos sistemas distintos: el carburador y los sistemas de inyección.

Los sistemas de inyección se han ido imponiendo poco a poco debido principalmente a presentar las siguientes ventajas sobre los carburadores:

- Obtención de mayor potencia partiendo de la misma base mecánica.
- Menor consumo de combustible.
- Menores emisiones de gases contaminantes.

Los sistemas de inyección de gasolina pueden ser controlados de forma mecánica, electrónica o una mezcla de ambas. Sin embargo, han sido los sistemas controlados electrónicamente los que se han implantado definitivamente en los automóviles, por su mayor eficacia en el control del motor.

L-JETRONIC

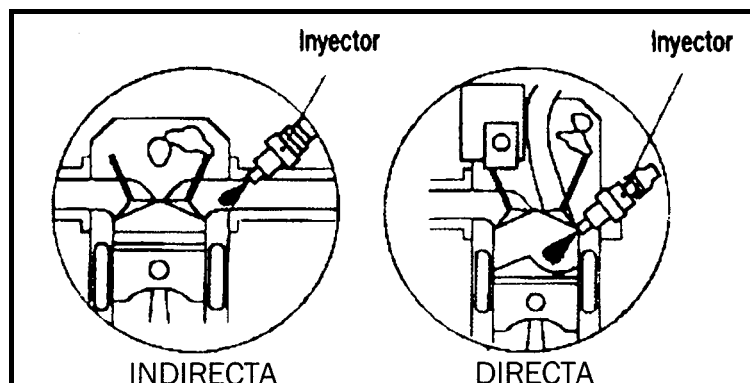
Caracterización de los sistemas empleados habitualmente

Los sistemas de inyección de gasolina aplicados en la actualidad se pueden clasificar según varios criterios:

a) Atendiendo al número de inyectores, se clasifican en:

- Sistemas multipunto
- Sistemas monopunto

Los sistemas multipunto son aquellos en los que cada uno de los cilindros está provisto de un inyector, situado en el colector de admisión (INYECCIÓN INDIRECTA) o situado en la cámara de combustión (INYECCIÓN DIRECTA).



Los sistemas monopunto, son aquellos en los que todos los cilindros están alimentados desde una sola unidad central, “unidad central de inyección”, situada en el colector de admisión.

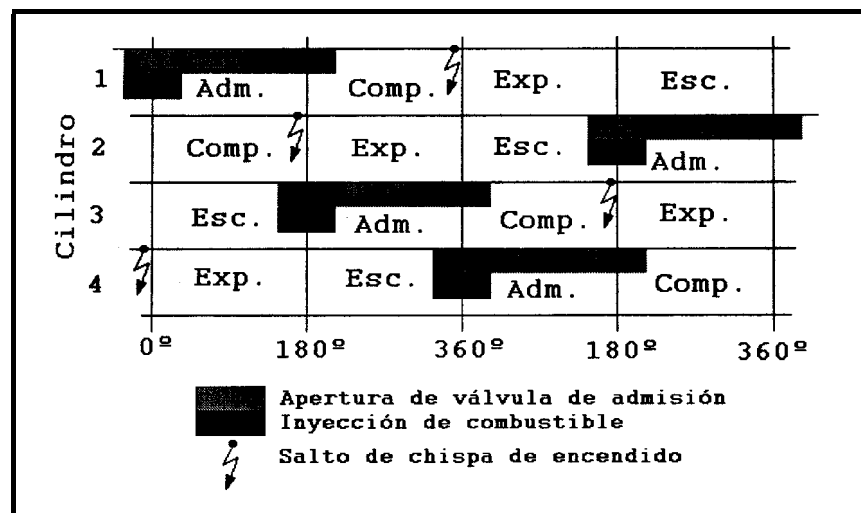
b) A su vez, la inyección multipunto indirecta posee tres variantes.

L-JETRONIC

Atendiendo a la forma de realizar la inyección, se clasifican en:

- Sistemas secuenciales
- Sistemas semisecuenciales
- Sistemas simultáneos o agrupados

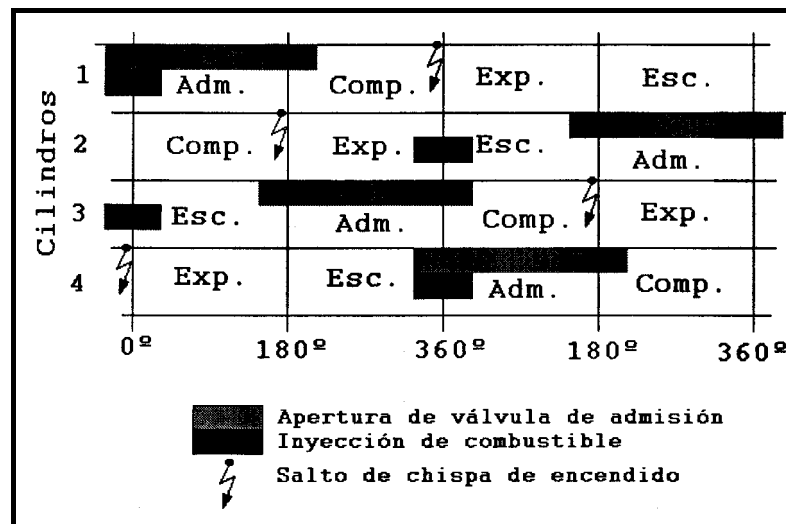
Los sistemas secuenciales son aquellos en los que los inyectores son mandados una sola vez por ciclo del motor y en fase de admisión.



Inyección secuencial

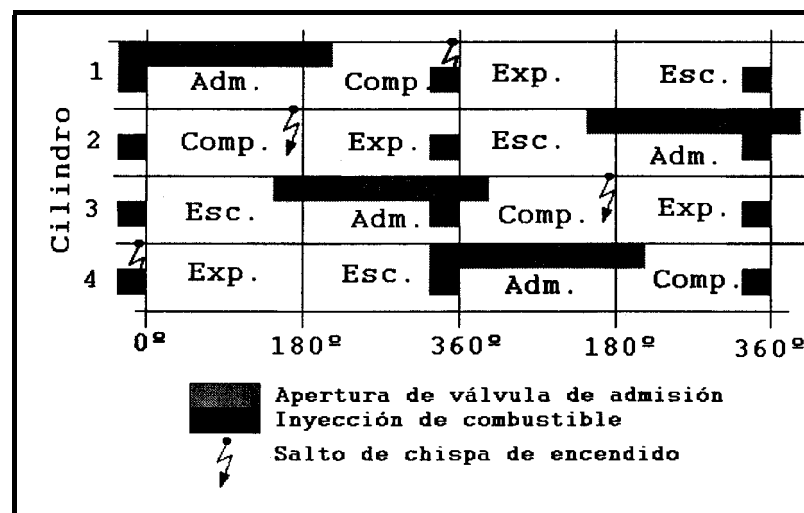
L-JETRONIC

Los sistemas semisecuenciales son aquellos en los que los inyectores se mandan por parejas (en un motor de cuatro cilindros se activan a la vez el 1.3 y 2.4) en cada vuelta motor.



Inyección semisecucional

Los sistemas simultáneos o agrupados son aquellos en que el mando de los inyectores es sincronizado con cada vuelta del cigüeñal.



Inyección agrupada

L-JETRONIC

c) Atendiendo al sistema utilizado para el control de la dosificación de la mezcla, se clasifican en:

- Sistemas mecánicos
- Sistemas electrónicos
- Sistemas mixtos

d) Finalmente, se pueden clasificar en:

- Sistemas combinados
- Sistemas no combinados

Los sistemas combinados son aquellos que integran el sistema de inyección y encendido en la misma unidad de control, y los sistemas no combinados, son aquellos en los que los circuitos de inyección y encendido son independientes, y disponen de dos unidades de control, una para cada circuito.

Evolución de los sistemas de inyección por mando electrónico

Los sistemas de inyección por mando electrónico surgieron a partir de los sistemas por mando mecánico, como es el sistema K-Jetronic, el cual posee un dispositivo de control de dosificación de tipo mecánico.

Poco después salió un sistema mixto, el KE-Jetronic. Este sistema incorpora un regulador eléctrico de presión de combustible comandado por una unidad electrónica de control (UEC). La incorporación de la UEC con los distintos sensores eléctricos que informarán a esta de todos los

L-JETRONIC

parámetros del motor, es lo que da paso a la inyección electrónica de gasolina.

Después del sistema KE-Jetronic aparece el D-Jetronic que se caracteriza por disponer de un captador de presión, el cual traduce estados de depresión del colector de admisión en señales eléctricas que manda a la UEC, para determinar la cantidad de aire de admisión y así ajustar la dosificación de la mezcla.

Este sistema no ha tenido unos resultados tan buenos como podía esperarse, siempre comparando con el carburador, mucho más barato, pero pronto se vio que el problema de la dosificación perfecta tenía que encontrarse en la manera de medir el aire entrante a los cilindros con la mayor exactitud posible. Por ello, se abandonó la idea de medirlo con la presión o depresión en el colector de admisión, ya que no lograba conseguir unos resultados satisfactorios en todos estados de carga del motor.

Este inconveniente se soluciona con la aparición del sistema L-Jetronic de gran efectividad al incorporar un nuevo sistema medidor de caudal de aire entrante en el cilindro. En este caso se utiliza un medidor de compuerta oscilante que efectúa directamente la medición. Otra novedad de este sistema es que el regulador de presión del combustible actúa en función de la depresión del colector de admisión además de la presión del combustible.

El sistema L-Jetronic tiene varios derivados, entre ellos destaca el LH-Jetronic por disponer de un nuevo sistema de medida de masa de aire consumido por el motor, que consiste en la colocación de un hilo caliente de platino en el colector de admisión.

L-JETRONIC

Después de haber conseguido la perfección de los equipos de inyección con los sistemas L-Jetronic, uno de los objetivos que queda por consolidar es coordinar el encendido y la inyección con una misma UEC. Este objetivo se ha conseguido con la aparición del sistema Motronic, o el Renix.

Estos sistemas tan perfeccionados resultan con un alto costo por lo que ha llevado a los fabricantes a sacar un sistema más barato con la introducción de los sistemas monopunto, entre los que se encuentra el Mono-Jetronic.

Sistemas Multipunto

Sistema de inyección L-Jetronic

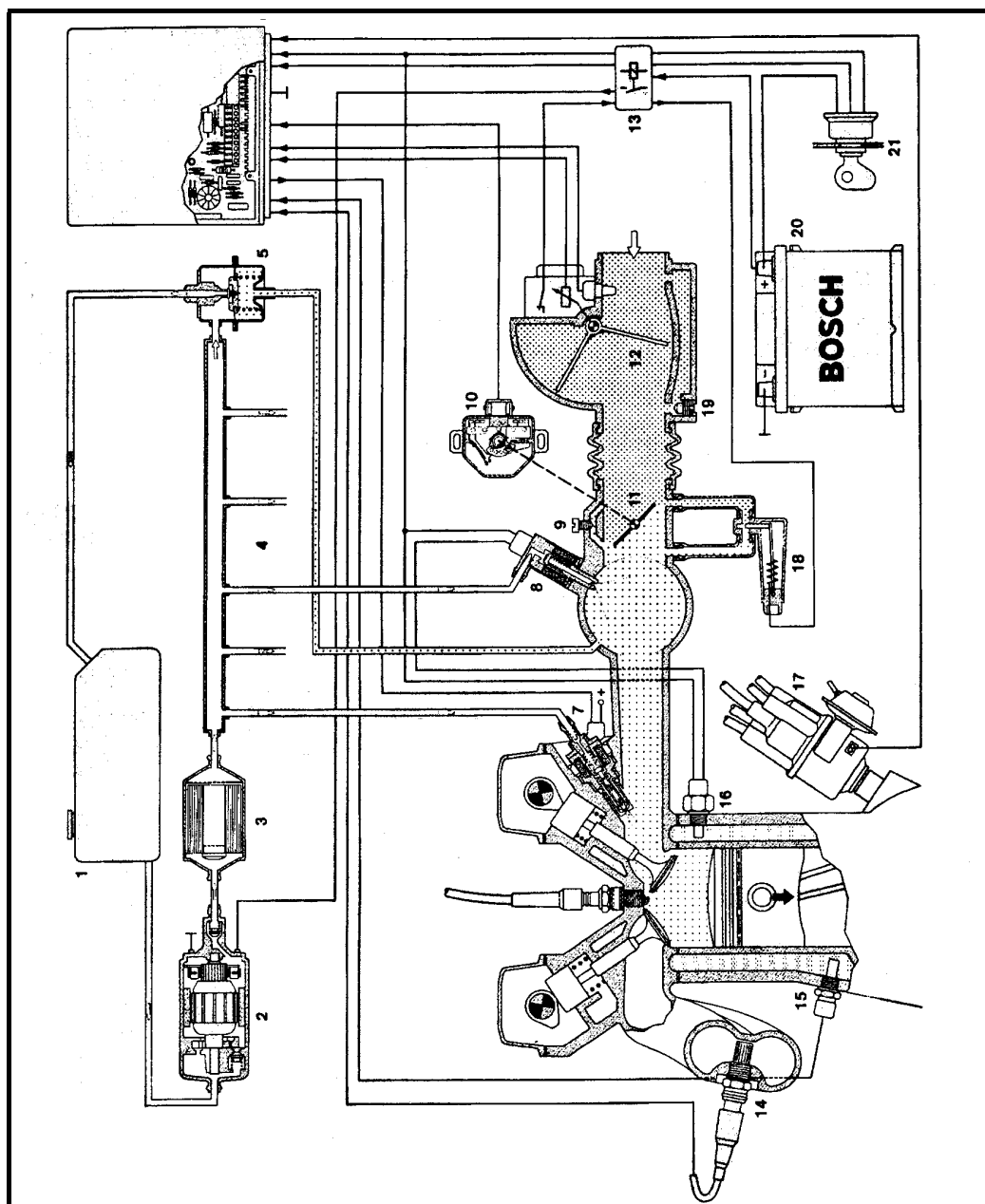
Las características generales de un equipo L-Jetronic de la casa Bosch y de sus derivados, tales como el LE2-Jetronic son las siguientes:

- No incorpora el sistema de encendido
- El mando es completamente electrónico. La UEC recibe constantemente información de cada uno de 1 sensores, ello le proporciona unos parámetros que memoriza y, de acuerdo con un programa previamente incorporado, toma las decisiones instantáneas.
- Es un equipo multipunto, con inyección intermitente el colector de admisión.
- La cantidad de aire que penetra en el colector de admisión se controla por medio de un "caudalímetro del tipo trampilla. Solo en

L-JETRONIC

el LH-Jetronic, el caudalímetro de trampa se sustituye por uno de hilo incandescente.

En el siguiente esquema se representan los componentes del sistema y su conexionado.



Esquema general del sistema L-jetronic

L-JETRONIC

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Depósito de combustible | 13. Conjunto de relés |
| 2. Electrobomba de combustible | 14. Sonda Lambda |
| 3. Filtro de combustible | 15. Sonda térmica del motor |
| 4. Tubo distribuidor | 16. Termo interruptor temporizado |
| 5. Regulador de presión | 17. Distribuidor de encendido |
| 6. Unidad de control | 18. Válvula de aire adicional |
| 7. Inyector | 19. Tornillo de ajuste de la mezcla en ralentí |
| 8. Válvula de arranque en frío | 20. Batería |
| 9. Tornillo de ajuste del ralentí | 21. Conmutador de encendido y arranque |
| 10. Interruptor de mariposa | |
| 11. Mariposa | |
| 12. Medidor de caudal de aire | |

Su funcionamiento se puede dividir en diferentes funciones:

- a) Medición del caudal de aire: El caudal de aire aspirado por el motor es la magnitud de mando principal para el caudal de inyección de combustible. El aire aspirado circula a través del medidor del caudal de aire (12) y desvía la aleta-sonda móvil hasta un ángulo definido. Este ángulo es transformado mediante un potenciómetro en una señal eléctrica de tensión, llevándose luego dicha señal a la UEC (6).
- b) Control eléctrico del caudal de inyección de combustible: La alimentación está asegurada mediante la electrobomba de combustible (2). Desde el depósito (1) el combustible llega a través del filtro (3) a la tubería de distribución (4) desde donde se ramifican las diferentes tuberías que van a los inyectores. El regulador de presión (5) de la tubería de distribución mantiene constante la presión del sistema.

L-JETRONIC

De la unidad de mando (6) manda los impulsos para abrir y cerrar los inyectores (7) cuyo tiempo de apertura determina el caudal de combustible inyectado.

c) Adaptación óptima a los diferentes estados de servicio:

- *Arranque en frío:* la válvula de arranque en frío (8) inyecta durante el proceso de arranque un caudal adicional de combustible en el colector de admisión, de tal forma que se garantice un arranque en frío seguro. El interruptor térmico temporizado (16) determina el tiempo que la válvula de arranque en frío (8) permanece activada.
- *Fase de calentamiento:* durante la fase de calentamiento, la sonda térmica (15) asegura una alimentación mayor de combustible
- *Plena carga:* el interruptor de mariposa (10) corrige la mezcla combustible/aire a un valor óptimo, es decir, asegura un enriquecimiento de la mezcla, ya que los motores, en el margen de carga parcial, están diseñados para el funcionamiento con mezcla pobre.
- *Ralentí:* la válvula de aire adicional (18) lleva al motor, eludiendo el paso por la mariposa, un caudal de aire adicional que aumenta el régimen del motor en frío. El mando se efectúa mediante una placa bimetal con calefacción eléctrica.

Pasamos a ver ahora en detalle los principales componentes de la parte electrónica:

L-JETRONIC

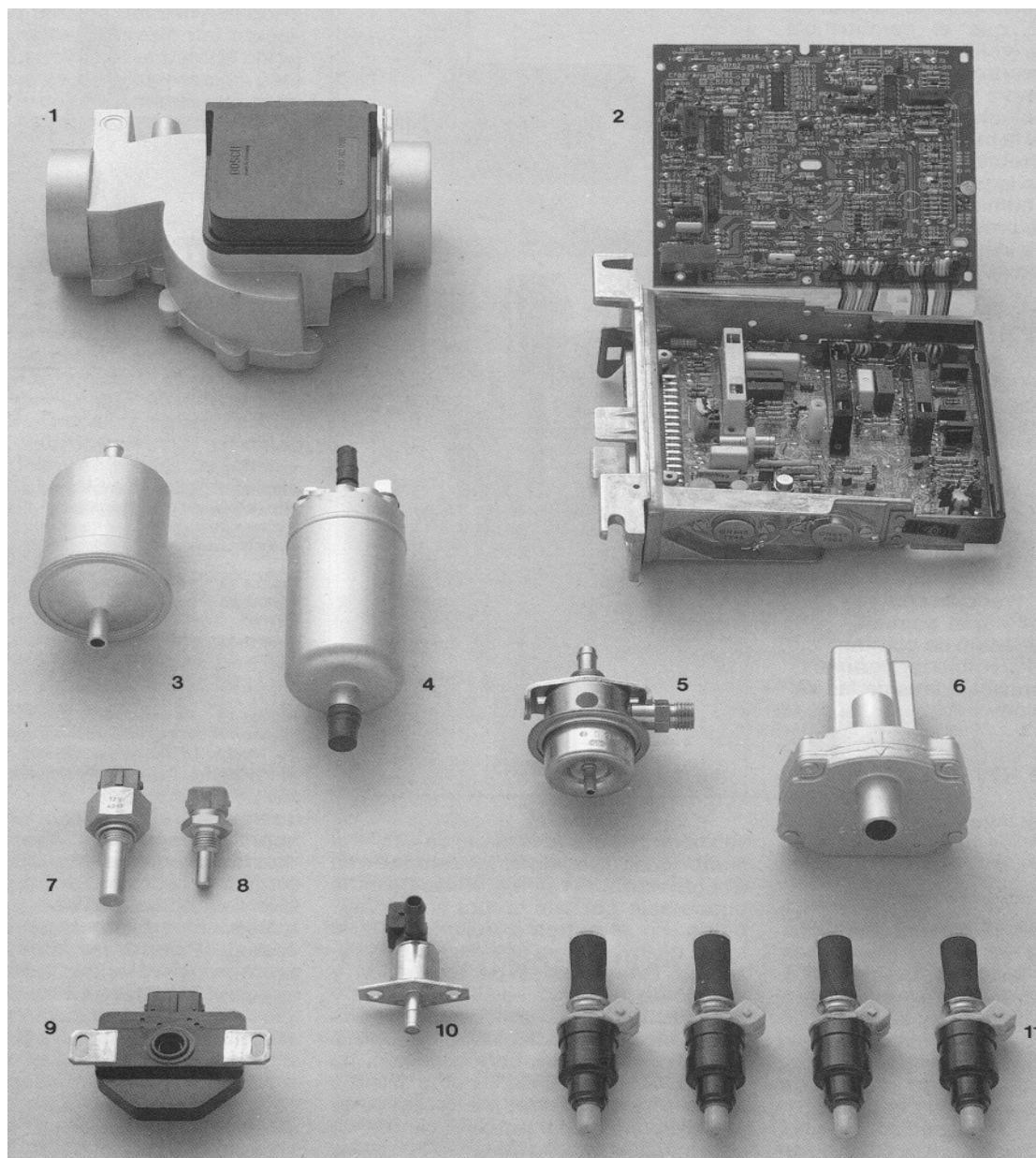


Figura 10
Componentes del
L-Jetronic

- 1 Med. caudal aire
- 2 Unidad de control
- 3 Filtro combustible
- 4 Bomba combustible
- 5 Regulador presión combustible
- 6 Válv. aire adicional
- 7 Termointerruptor temporizado
- 8 Sonda térmica
- 9 Interruptor mariposa
- 10 Válv. arranque frío
- 11 Válvulas inyección

L-JETRONIC

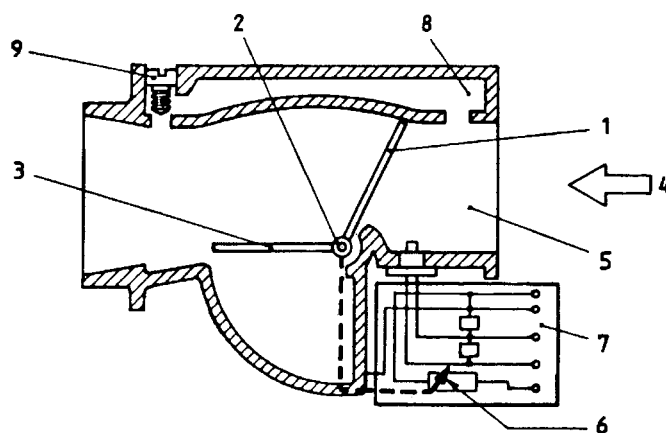
Medidor del caudal de aire de admisión

Para conseguir una dosificación lo más exacta posible de la mezcla necesitamos un dispositivo que mida la cantidad de aire que penetra en el motor de forma precisa, ya que éste va a ser uno de los principales parámetros a tener en cuenta a la hora de calcular la cantidad de gasolina a inyectar.

Caudalímetro volumétrico de mariposa (o de aleta)

Su principio de funcionamiento se basa en traducir en valores eléctricos las posiciones a las que el paso de aire somete a una compuerta.

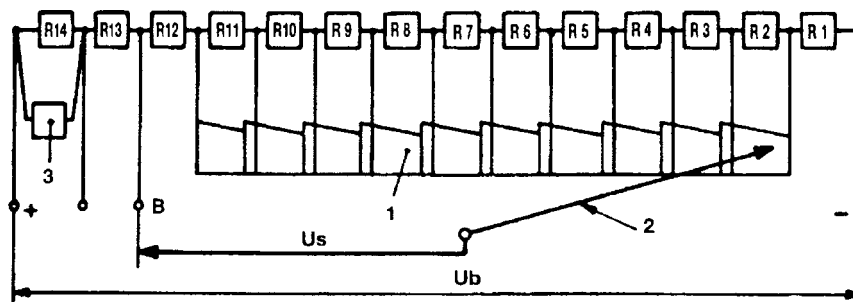
El caudalímetro consta de una mariposa-sonda (1) que pivota sobre un eje central (2) y dispone de una chapaleta de compensación (3) que se mueve en una cámara de compensación para amortiguar las pulsaciones. La entrada de aire (4) procedente del filtro se produce a través de la boca (5) y, según la cantidad del mismo, desplaza más o menos la mariposa-sonda de una manera proporcional a la cantidad de aire aspirado.



L-JETRONIC

La mariposa-sonda es, además, solidaria de un cursor (6) que se desplaza por un potenciómetro (7) con una rampa de resistencias, de modo que proporciona diferentes señales eléctricas según la posición ocupada por la mariposa-sonda.

Para conseguir la regulación del aire de ralentí dispone de un conducto by-pass (8) para el aire, que deja en cortocircuito a la mariposa y puede ser regulado por medio de un tornillo de estrangulamiento (9) para acudir a su correcto reglaje.

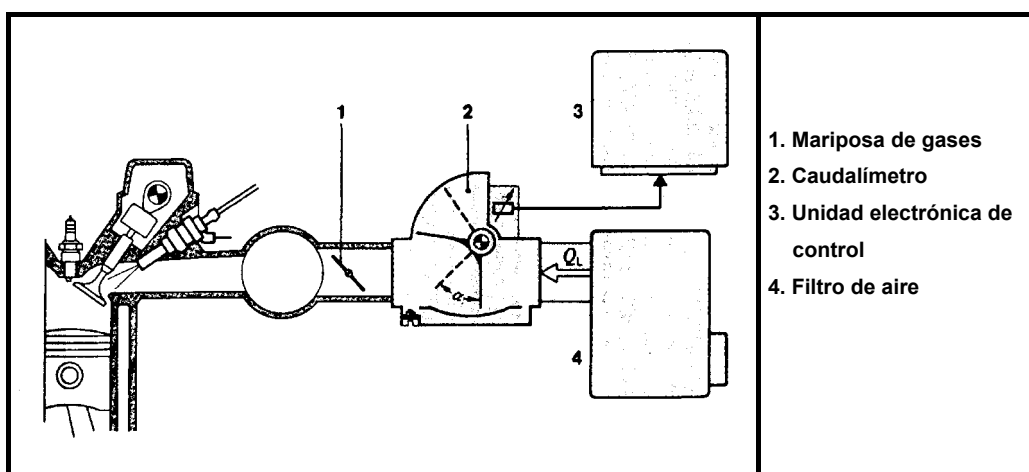


En la figura puede verse un esquema de la constitución eléctrica interna del potenciómetro. La rampa (1) intercala con respecto a la posición del cursor (2) la serie de resistencias de alto valor óhmico, que van de R1 a R12. La corriente de la batería mantiene una tensión (U_b) entre el borne de entrada y de salida. La corriente atraviesa todas las resistencias, de modo que la tensión de entrada por el borne positivo (+) que es de 9 voltios, tiene una salida por el borne negativo (-) de 5 voltios. Por su parte, el cursor manda a la UEC por su borne U_s (tensión de salida) un valor de tensión que depende del número de resistencias que la posición de la mariposa-sonda tenga en cada momento. Así puede trabajar con una corriente (tensión de batería, U_b) que haya modificado sus valores por pasar por todas las resistencias, o bien por solo 4,5,6,7, etc., de ellas, pues a medida que el cursor se desplaza hacia la izquierda entran en

L-JETRONIC

juego menor número de resistencias y ello hace que la tensión de salida (U_s) sea cada vez más alta dentro de unos valores que la UEC relaciona con el tiempo de apertura de la mariposa-sonda.

Esta pieza se sitúa entre el filtro procedente de la toma de aire de la atmósfera y el conducto en forma de fuelle que traslada el aire al colector de admisión.



Carga del motor

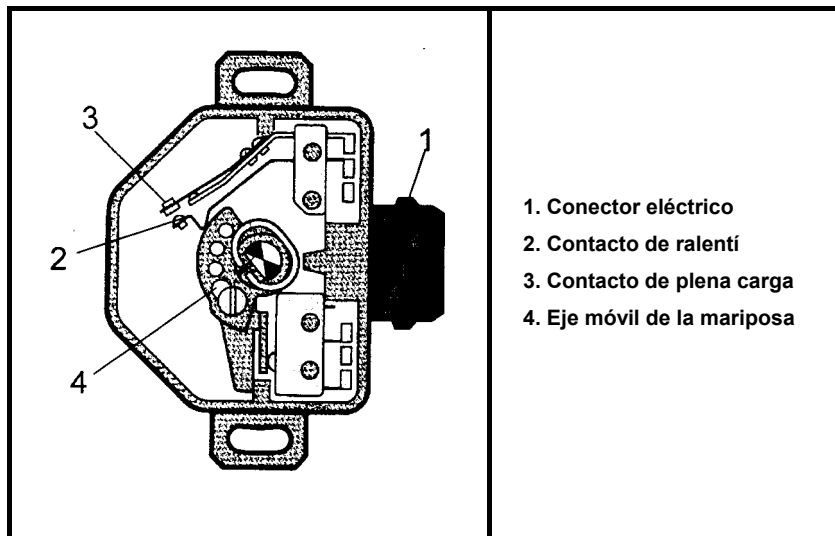
La carga del motor es un parámetro que se debe conocer ya que es necesario aumentar la cantidad de gasolina inyectada en aceleraciones y en plena carga, y cortar la inyección en las deceleraciones y en determinadas condiciones de funcionamiento en ralentí, lo que permite reducir el consumo de gasolina del motor.

Existen dos métodos para determinarla:

- Interruptor del eje de la mariposa
- Potenciómetro en el eje de la mariposa

L-JETRONIC

El interruptor de mariposa es del tipo "todo o nada" e informa al calculador de dos posiciones de la mariposa de gases.



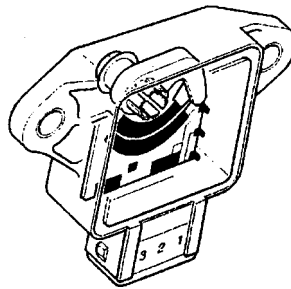
Una es la posición de plena carga que se utiliza para aumentar la cantidad de gasolina inyectada. La otra es la posición de pie levantado o ralentí, que se utiliza para el corte de la inyección.

El corte de combustible se produce cuando se cumple que el contacto de mariposa está en ralentí, y el régimen de motor es superior a **1.300 r.p.m.**; el carburante es nuevamente inyectado cuando alcanza las 1100 r.p.m.

Este método está en desuso debido a la poca información que proporciona (dos posiciones de la mariposa de gases).

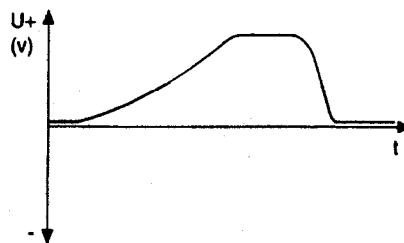
El método que sustituye al anterior es el de potenciómetro en la mariposa, que consiste en una resistencia variable unida al eje de la misma.

L-JETRONIC



El potenciómetro es alimentado con una corriente continua de 5 voltios que varía en función de la posición de mariposa.

La información se utiliza para el reconocimiento de las posiciones de pie levantado, pie a fondo y transitorios para las estrategias de aceleración, deceleración y corte de inyección.



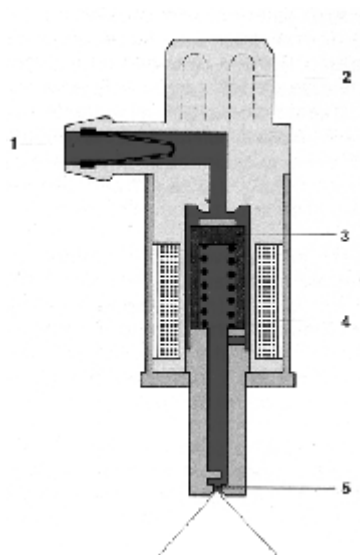
Elementos de arranque en frío y control de ralentí

En el arranque en frío del motor, se observa un empobrecimiento en la mezcla, debido principalmente a la mezcla deficiente de las partículas de gasolina a baja temperatura, a la condensación en las paredes frías del conducto de admisión y a la poca volatilidad del combustible.

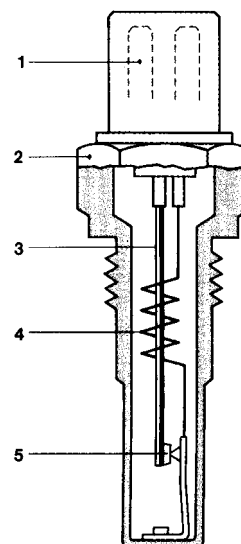
L-JETRONIC

- Válvula de gasolina adicional e interruptor térmico temporizado

Todos estos efectos se compensan inyectando una mayor cantidad de combustible hasta que el motor adquiriera una temperatura adecuada de funcionamiento. Esta cantidad entra se consigue mediante la válvula de arranque en frío o bien por el mando de arranque en frío (mediante la unidad de control).



1. Conexión eléctrica
2. Inducido magnético
3. Devanado magnético
4. Inyector de efecto torbellino
5. Entrada de combustible

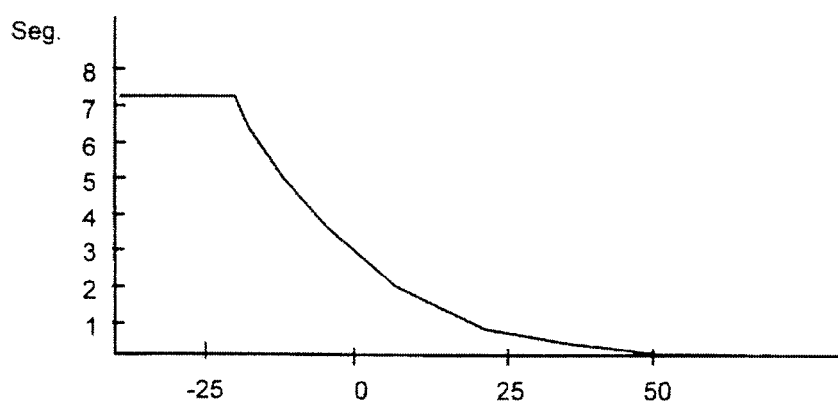


1. Conexión eléctrica
2. Cuerpo
3. Bimetal
4. Devanado calefactor
5. Contacto

El inyector (válvula) de arranque en frío es una válvula de tipo electromagnético que permanece conectada durante un breve tiempo durante y después del arranque. Esta válvula inyecta una cantidad extra de combustible justo detrás de la mariposa de gases en el colector de admisión. El tiempo de funcionamiento de la válvula es controlado por un termointerruptor, que abre el contacto al subir la temperatura. Este termointerruptor va colocado en un punto

L-JETRONIC

tal que tenga la misma temperatura que el motor, para evitar así que estando el motor caliente se pueda cerrar el contacto. Vemos pues que el termointerruptor abre el contacto bien por la temperatura que alcanza el motor, o bien por la calefacción eléctrica que incorpora. De esta forma evitamos que esté conectado demasiado tiempo y nos "ahogue" el motor por exceso de combustible.



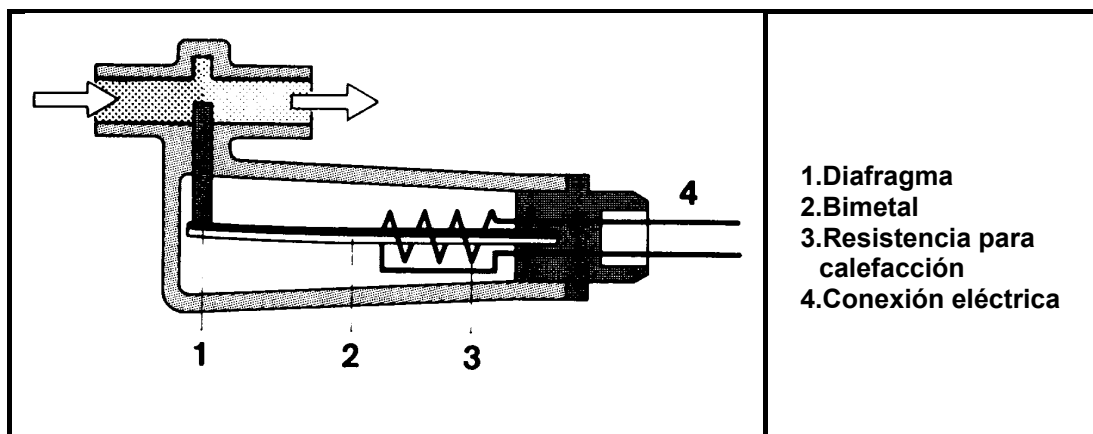
Así, en un arranque en frío por ejemplo a -20°C , será la calefacción eléctrica la que marque el tiempo de desconexión (unos 7,5 seg. aproximadamente), mientras que si el motor está caliente en el momento del arranque, el termointerruptor se encontrará ya abierto por su propia temperatura, y no habrá suministro adicional de combustible a través de la válvula de arranque en frío.

Una vez que termina la fase de arranque en frío pasamos a la fase de calentamiento del motor. Al estar el motor frío, existen mayores fricciones entre las piezas. Dichas fricciones y rozamientos deben de ser superadas por un motor girando al ralentí. Para que esto sea posible se suministra al motor una cantidad de aire extra que rodea la mariposa a través de la válvula de aire adicional.

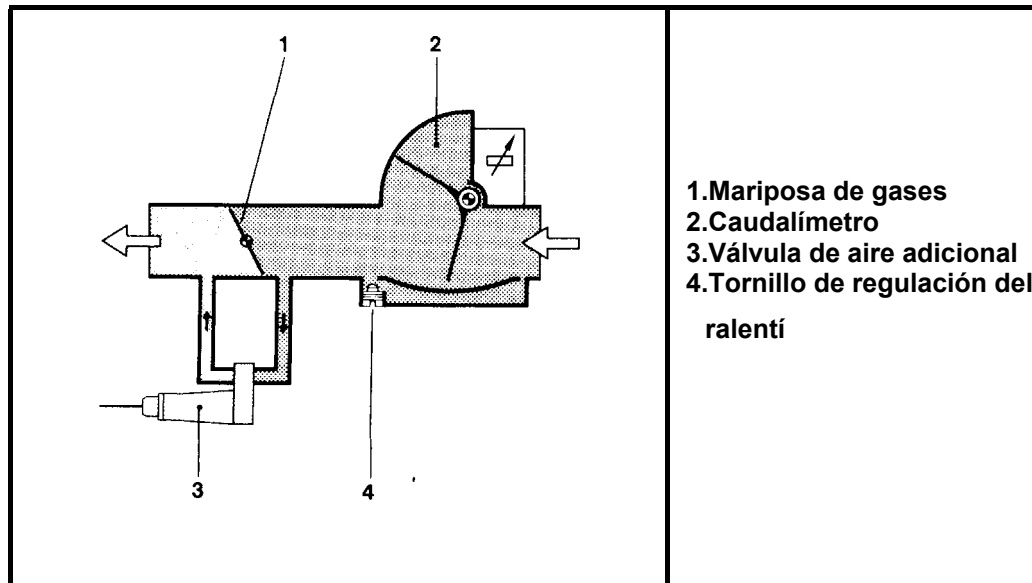
L-JETRONIC

• Válvula de aire adicional

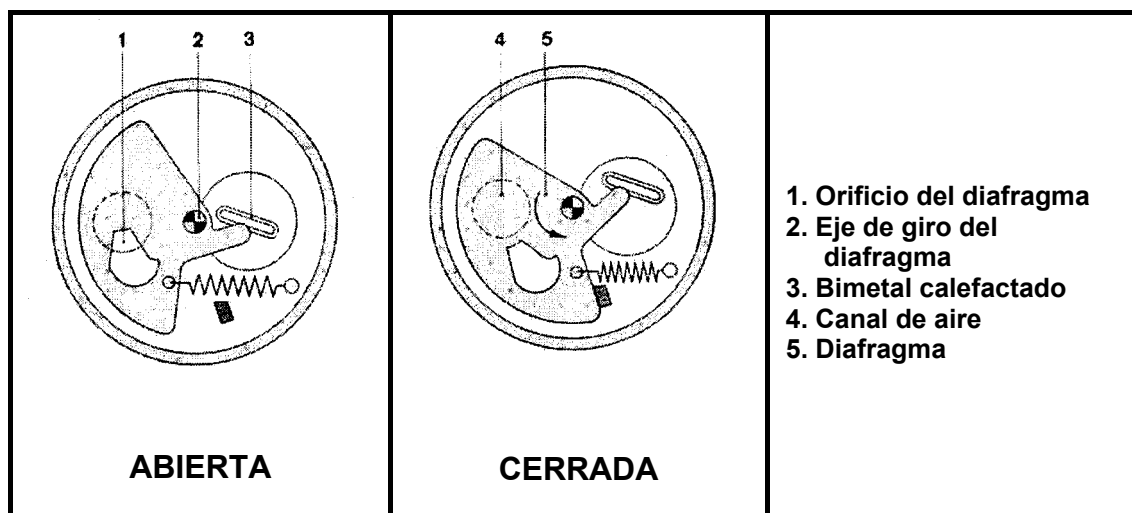
Esta cantidad de aire sorte a la mariposa, pero sí es tenida en cuenta por el caudalímetro, con lo que hacemos que el motor reciba más cantidad de mezcla, estabilizándose el ralenti mientras el motor está frío. Esta válvula de aire puede estar construida de dos formas: por un lado tenemos una primera construcción, basada en el movimiento de un bimetálico que empuja una membrana, que obstruye en mayor o menor medida, según aumenta la temperatura, la sección del conducto de aire adicional. El bimetálico va calefactado eléctricamente para controlar el tiempo de apertura. El lugar de montaje es elegido de forma que la válvula tenga una temperatura similar a la del motor, de forma que no pueda abrirse si el motor está caliente.



L-JETRONIC



La segunda construcción consiste en un diafragma que gira alrededor de un eje fijo. Este diafragma dispone de un orificio que, según la posición del diafragma coincide más o menos con el conducto de aire adicional. La posición del diafragma la marca un tope, que es el extremo de un bimetálico, que tiene que vencer la resistencia de un muelle que hace que el diafragma vuelva a la posición de reposo. La lámina bimetálica va provista de la oportuna resistencia de calentamiento, para controlar el tiempo que el orificio está abierto.



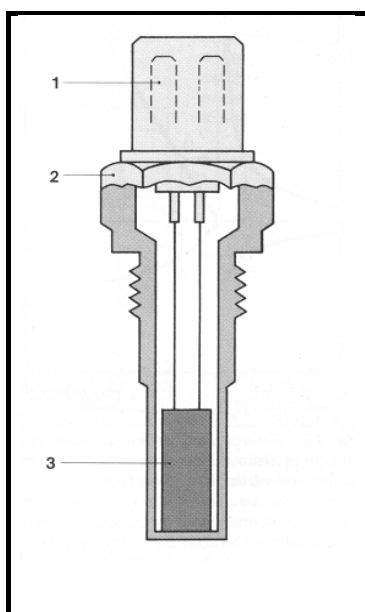
L-JETRONIC

Sensor de temperatura del motor

Cuando se produce el arranque en frío del motor es necesario enriquecer la mezcla para el calentamiento del motor, ya que parte del combustible se queda condensado en las paredes aún frías de los cilindros, y además cuando se cortase la válvula de arranque en frío, se producirá una caída apreciable del número de revoluciones del motor.

Justo después del arranque debemos inyectar una cantidad de combustible entre 2 y 3 veces mayor que la necesaria durante un tiempo de unos 30 segundos. Una vez pasado este tiempo basta con un pequeño enriquecimiento de la mezcla, que regula la unidad electrónica de control mediante la información de la temperatura del motor que le proporciona la sonda térmica.

Esta sonda consiste en un termistor NTC (coeficiente de temperatura negativo), que tiene la propiedad de disminuir la resistencia según aumenta la temperatura. Dicho termistor va alojado en una carcasa metálica que se rosca en el bloque motor de forma que quede sumergida en el refrigerante, en motores refrigerados por agua. En motores refrigerados por aire va roscada en la culata.



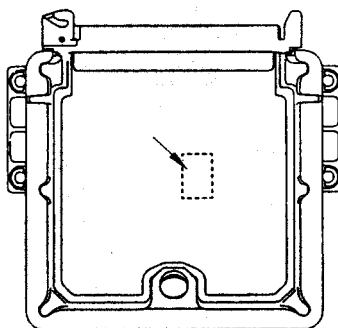
- 1. Conector
- 2. Carcasa metálica
- 3. Termistor NTC

L-JETRONIC

Presión barométrica

La presión barométrica o atmosférica se utiliza para determinar la densidad del aire a diferentes altitudes. Como el motor requiere menos carburante a altitudes elevadas, el sensor transmite una señal a la UEC para reducir el tiempo de apertura de los inyectores.

Estos detectores suelen ir colocados en el interior de la UEC.



El captador es del tipo piezo-eléctrico.

La sonda lambda

Se encarga del control de las emisiones nocivas de los gases de escape en combinación con un catalizador.

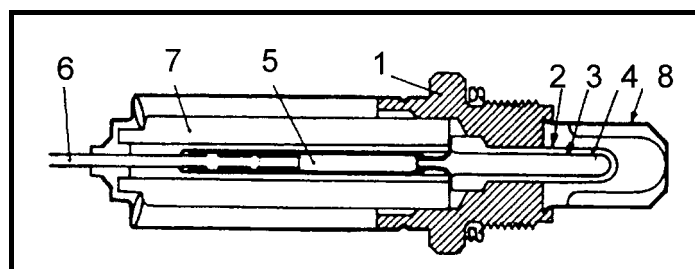
El catalizador es una especie de filtro químico gracias al cual se puede descomponer los residuos nocivos y combinarlos con otros elementos químicos de forma que se elimine la emisión de productos contaminantes.

Para que la acción del catalizador esté debidamente protegida, la mejor solución es que el equipo disponga, además de una sonda que determine el grado de completo quemado de la mezcla y avise rápidamente a la UEC para que corrija los tiempos de apertura de los inyectores, en el caso de mezclas salidas de la cámara de combustión con quemado incompleto.

L-JETRONIC

La función de la sonda Lambda es, pues, la de avisar constantemente a la UEC de la relación estequiométrica de la mezcla a su salida por el colector de escape. Con este aviso, la UEC puede variar ligeramente la aportación de gasolina y conseguir que el motor esté funcionando siempre con la mezcla más adecuada posible a las condiciones de marcha pedidas por el conductor.

Su construcción es la siguiente: consta de un cuerpo (1) metálico que sirve para posicionar la sonda en el tubo de escape mediante una rosca; dos electrodos de platino (2) y (3), permeables a los gases de escape, uno en contacto con los gases (2) y el otro en contacto con el aire exterior (3). Entre los dos electrodos se encuentra un cuerpo de cerámica porosa (4)

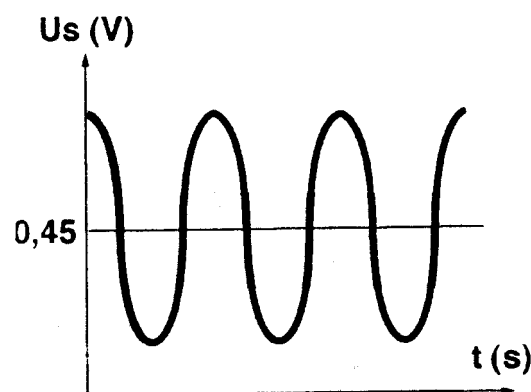


- 3. Cuerpo de la sonda
- 4. Electrodo negativo
- 5. Electrodo positivo
- 6. Cuerpo de cerámica
- 5. Elemento de contacto
- 6. Cable eléctrico de transmisión
- 7. Cuerpo cerámico de aislamiento
- 8. Tubo protector en contacto con los gases

En el momento que se producen altas temperaturas, ya sea por los gases de escape o por el propio calentamiento de la sonda (la temperatura de funcionamiento es de 300 °C). La cerámica (4) se vuelve conductora y se establece una diferencia de potencial entre los electrodos (2) y (3) cuando la cantidad de oxígeno no es la misma en las dos partes.

L-JETRONIC

La variación de tensión que se establece, representa una señal eléctrica de control que pasará a la UEC como un factor capaz de ser corregido a través del tiempo de inyección, de modo que se mantenga la relación estequiométrica de la mezcla en la más afinada proporción posible.



Hay dos tipos de sondas lambda:

- a) Sin calefactar
- b) Calefactadas

Las sondas sin calefactar se suelen colocar lo más cerca posible de las válvulas de escape. Únicamente poseen un cable de conexión (normalmente de color negro) que es positivo de la señal de tensión generada por la sonda. El negativo lo obtiene a través de la rosca con la que está sujeta.

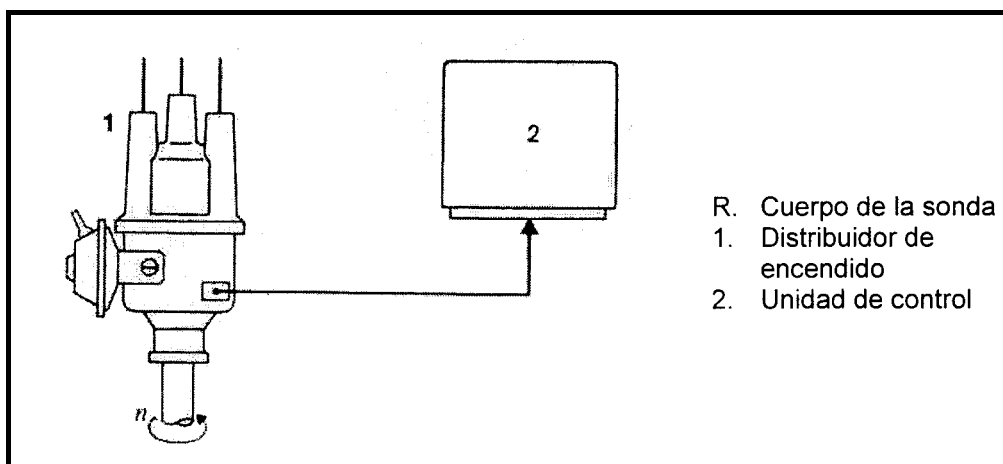
Las sondas calefactadas poseen una resistencia interna alimentada a través de un relé o desde la UEC, elevando su temperatura interna hasta los niveles de funcionamiento en pocos segundos y manteniéndola por encima del umbral de trabajo independiente de la temperatura que posean los gases de escape. Por tanto, existe una mayor libertad de ubicación en el sistema de escape.

L-JETRONIC

Existen dos tipos de sonda calefactada en función del procedimiento utilizado para realizar el retorno de masa: a través de la rosca de sujeción o mediante un cable independiente (color gris). Al igual que las sondas sin precalentar, existe un cable positivo de señal (color negro) pero, además, poseen otros dos cables para la alimentación de la resistencia de calefacción. Estos cables suelen ser de color blanco.

Registro del número de revoluciones

La información relativa al número de revoluciones y al momento de inyección es proporcional a la unidad de control L-Jetronic por el ruptor del distribuidor de encendido, en los sistemas de encendido por contactos, y por el borne 1 de la bobina de encendido en los sistemas sin contactos.



Sistema de alimentación de combustible

El sistema de alimentación se encarga de suministrar combustible a los inyectores, para que éstos a su vez lo dosifiquen a los cilindros. Para que los inyectores funcionen correctamente el combustible debe hallarse a una presión de unos 2,5 bares. Los elementos que componen el sistema de alimentación de combustible, y que describiremos a continuación son los siguientes (ver figura):

L-JETRONIC

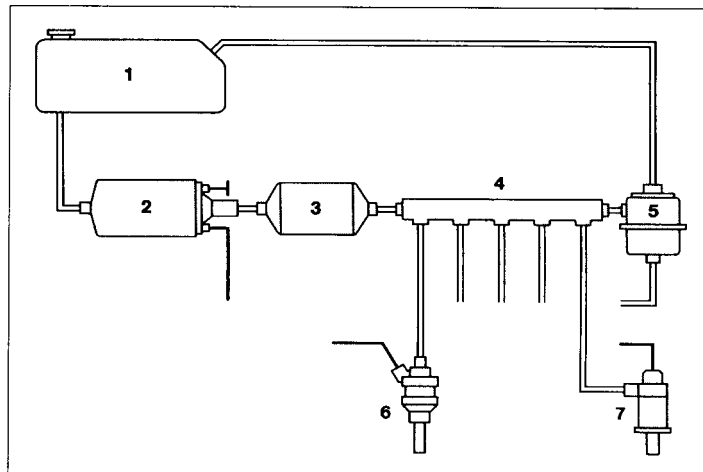
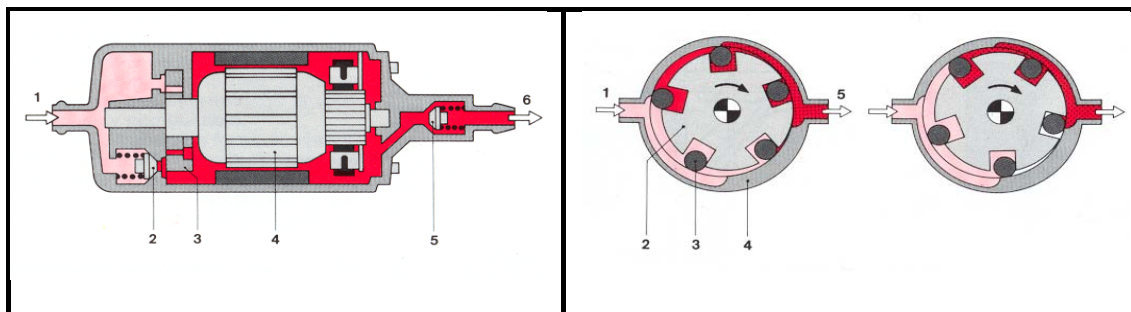


Figura 8
Diagrama de bloques
del sistema de
alimentación
1 Depósito de combustible
2 Bomba de combustible
3 Filtro de combustible
4 Tubo distribuidor
5 Regulador de presión
6 Válvula de inyección
7 Válvula de arranque en frío

Bomba de combustible

Se trata de una electrobomba de rodillos, situada normalmente en las inmediaciones del depósito o incluso dentro de él. La bomba y el motor van dentro de una carcasa metálica, y son bañados por el combustible, lo cual favorece la lubricación y la refrigeración. La bomba impulsa más combustible del necesario, para evitar que haya variaciones en el circuito al abrirse los inyectores o actuar el regulador.



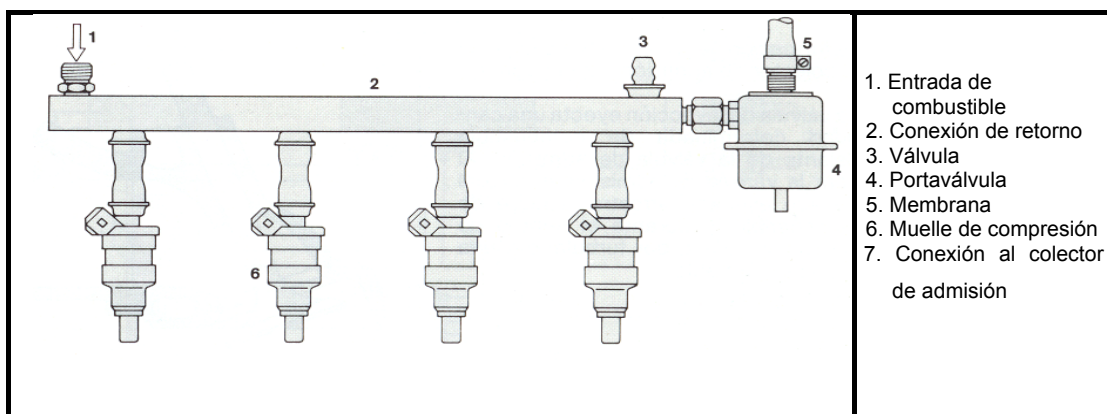
L-JETRONIC

Filtro de combustible

La misión de este elemento es retener las impurezas que lleva el combustible, evitando que lleguen a los inyectores. El filtro está compuesto por un elemento de papel, y detrás hay una rejilla fina para retener posibles trozos del papel que se desprendan. Por este motivo hay que respetar la dirección de montaje que indica.

Tubo distribuidor

Del tubo distribuidor salen los conductos a los inyectores, incluido el de arranque en frío. Su volumen es bastante mayor que la cantidad de combustible que puede necesitar el motor en cada ciclo, de forma que cumple una función c acumulador para disminuir oscilaciones de presión.

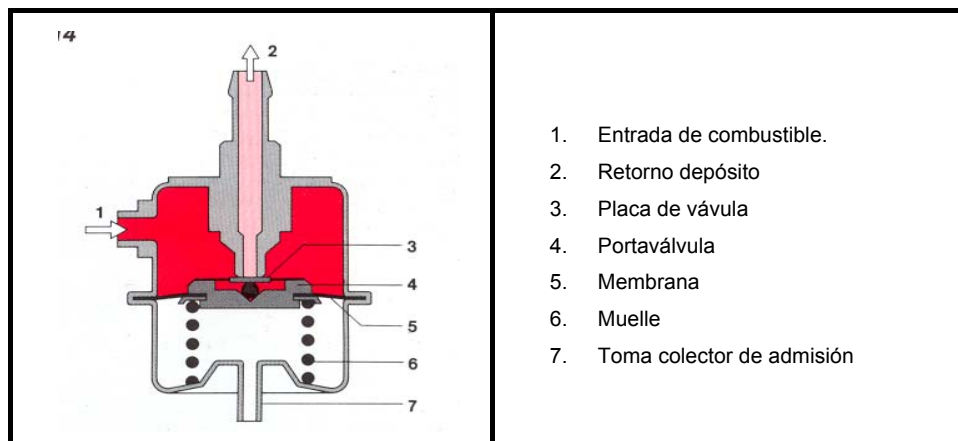


Regulador de presión

Se encuentra al final del tubo distribuidor y su cometido es hacer que la presión en el sistema se mantenga dentro de unos límites, que serían, dependiendo del sistema, de 2,5 3 bares. Consiste en una membrana que divide la cápsula en dos. Por una cara tenemos un muelle calibrado para que presione la

L-JETRONIC

membrana, y por la otra tenemos el combustible a presión. Cuando se supera la presión prolongada, la membrana vence el muelle y abre una válvula, que deja pasar el combustible sobrante, ya sin presión, al depósito.



La cámara del muelle va unida mediante un tubo al colector de admisión, detrás de la mariposa. Así, la presión en el sistema depende directamente de la presión en el colector de admisión, y la caída de presión en los inyectores será la misma para cada posición de la mariposa.

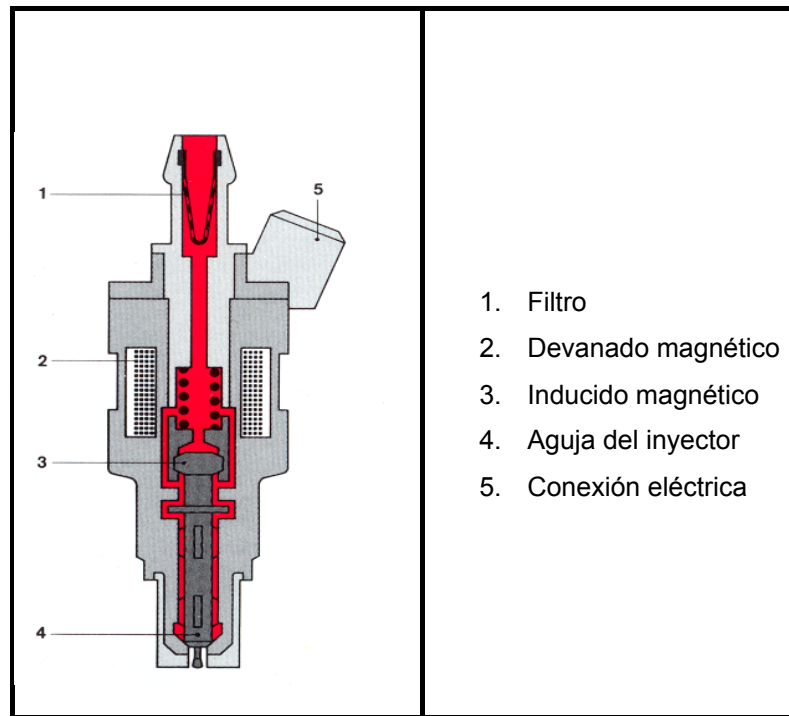
Inyectores

La misión de los inyectores consiste en pulverizar o inyectar la cantidad precisa de combustible que necesita cada cilindro delante de las válvulas de admisión. Estos inyectores son de funcionamiento electromagnético, de forma que abren o cierran según los pulsos que reciben de la unidad de control.

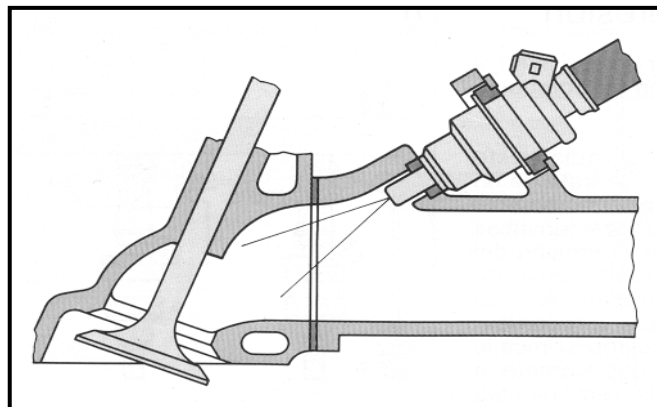
El inyector consiste en un cuerpo de válvula que contiene la aguja del inyector con un inducido magnético superpuesto. El cuerpo de válvula contiene un devanado conductor. Cuando el devanado no está excitado, un muelle mantiene la aguja contra su asiento. Al excitar el devanado con un pulso de tensión la aguja se levanta aprox. 0,1 mm de su asiento, permitiendo la salida

L-JETRONIC

de combustible gracias a la presión que hay en el circuito. El tiempo de duración de los pulsos oscila entre 1 mseg. y 1,5 mseg.



La inyección de combustible debe producirse en un ángulo tal que las paredes del colector de admisión no se mojen y evitar así pérdidas por condensación.



L-JETRONIC

Sistema de control

El estado de servicio del motor es registrado por medidores que hacen llegar las correspondientes señales eléctricas ala unidad de control. Los medidores y la unidad de control forman el sistema de control.

Magnitudes de medición y estado de servicio

Las magnitudes que caracterizan el estado de servicio del motor pueden diferenciarse según el siguiente esquema:

- Magnitudes principales
- Magnitudes para adaptación normal
- Magnitudes para adaptación precisa

Magnitudes de medición principal

Estas señales son el régimen de revoluciones del motor y el caudal de aire aspirado por éste. A partir de esta información se determina el caudal de aire por carrera, que se acepta como medida directa del estado de carga del motor.

Magnitudes de medición para adaptación

En estados de servicio que diferencial del normal, la mezcla ha de adaptarse a las condiciones modificadas. Se trata de los siguientes estados: arranque en frío, fase de calentamiento, adaptación de carga.

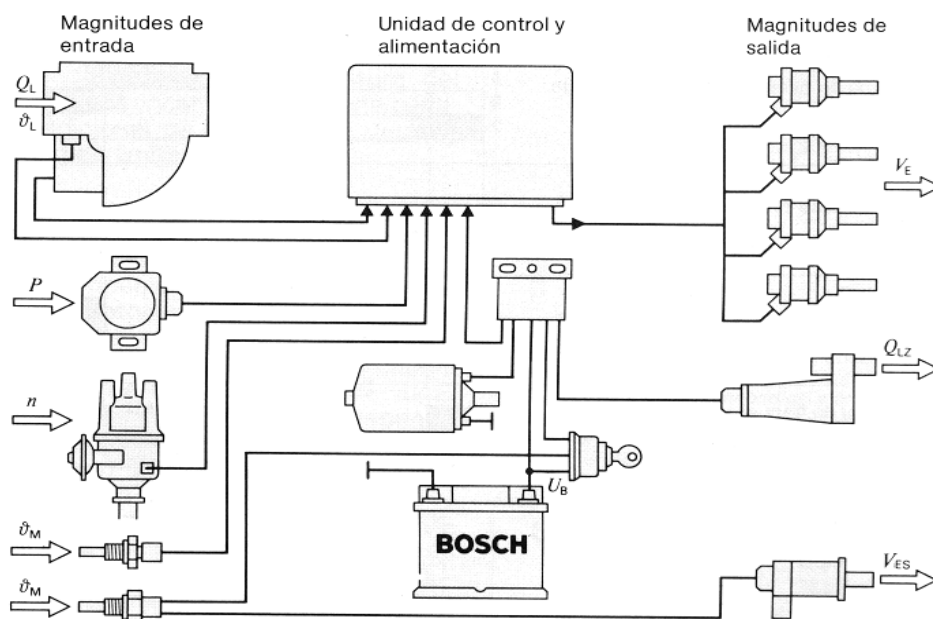
El registro de arranque en frío y de la fase de calentamiento se realiza mediante medidores que informan de la temperatura del motor a la unidad de control. Para la adaptación a los distintos estados de carga se le indica el

L-JETRONIC

margen de carga (ralentí, carga parcial, plena carga) a la unidad de control a través del interruptor de mariposa.

Magnitudes de medición para adaptación precisa

Con el fin de optimizar el comportamiento de marcha, a la hora de dosificar el combustible pueden tenerse en cuenta otros márgenes de servicio y factores de influencia: el comportamiento de transmisión al acelerar, la limitación del régimen máximo y la marcha con motor retenido son registrados por los medidores ya mencionados. En estos regímenes de servicio, las señales de los medidores guardan una determinada relación mutua, estas relaciones son reconocidas por la unidad de control, e influyen correspondientemente sobre las señales de mando de las válvulas de inyección.



Q_L. Caudal de aire aspirado
V_a. Temperatura del aire
u. Régimen del motor
p. Margen de carga del motor
V_m. Temperatura del motor

V_e. Caudal del combustible inyectado
Q_{mZ}. Caudal de aire adicional
V_{es}. Caudal extra de arranque
V_b. Tensión de la red del vehículo

L-JETRONIC

Actuación conjunta de las magnitudes de medición

Todas las magnitudes de medición son evaluadas en conjunto por la unidad de control de forma que el motor sea alimentado siempre con la cantidad de combustible necesaria en cada momento. Con ello se consigue un comportamiento de marcha óptimo.

Unidad de control

La unidad de control se encarga de analizar los datos que proporcionan los distintos sensores acerca del funcionamiento del motor. A partir de ellos determinan la duración de los impulsos encargados de abrir las válvulas de inyección, de forma que el rendimiento del motor sea óptimo en todo momento.

La unidad de control va alojada en una carcasa metálica, protegida contra el agua y el calor del motor. El uso de elementos híbridos y de circuitos integrados ("chips") hace que sea de tamaño reducido, a la par de fiable, al disminuir el número de componentes.

La comunicación de la unidad con el resto del sistema se efectúa a través de un conector múltiple. Las etapas de potencia van fijadas a la carcasa metálica, para conseguir una buena disipación de potencia. Las entradas a la unidad de control están protegidas contra polaridad incorrecta y cortocircuitos.

Determinación del tiempo de inyección

El calculador determina a partir de la información sobre el aire aspirado y el número de revoluciones por minuto el tiempo básico de inyección. Este cálculo

L-JETRONIC

tiene lugar en un circuito llamado multivibrador de control de división (DSM). Este circuito procesa la información del captador del número de revoluciones y la del caudalímetro, generando unos impulsos cuya duración depende de dichos valores. El tiempo que están en alta estos impulsos es justamente el tiempo básico de inyección.

Este tiempo básico de inyección se verá modificado en la siguiente etapa del circuito por las señales recogidas del resto de los sensores, que varían según el estado de servicio del motor.

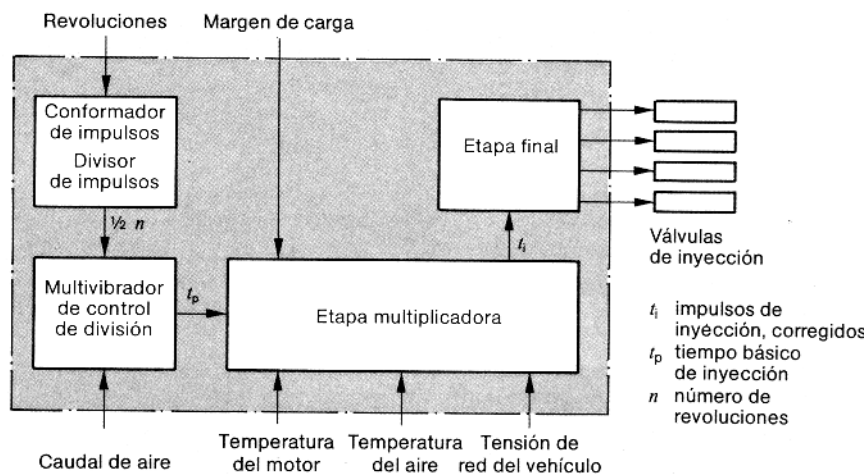


Diagrama de bloques de la unidad de control

La llamada "etapa multiplicadora" calcula, a partir de las informaciones de temperatura del motor, sensor lambda, carga del motor, etc., un factor de corrección que aplica al tiempo básico de inyección. El tiempo resultante de esta operación (tiempo de enriquecimiento) se suma al tiempo básico de inyección. Así conseguimos, por ejemplo, que aumente el tiempo de inyección cuando la temperatura del motor es baja.

Además de sumar al tiempo básico el factor de corrección ya mencionado, habrá que añadir otro factor más que dependerá del nivel de tensión de la

L-JETRONIC

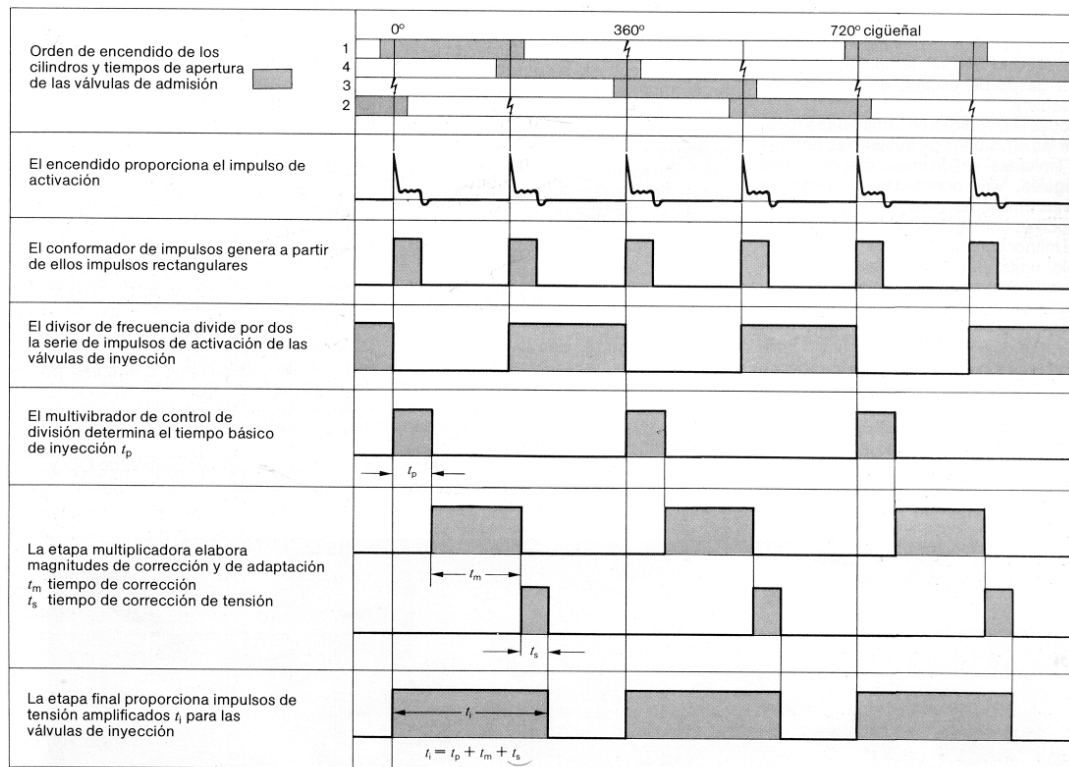
batería. El tiempo de excitación de los inyectores dependerá de que tengamos un nivel correcto de tensión. En caso contrario, habrá que compensar con un tiempo extra de inyección para corregir el caudal correcto de combustible. Así tenemos el tiempo final de inyección como la suma del tiempo básico, el tiempo de corrección de enriquecido y el tiempo de corrección de tensión.

Para la etapa de salida tenemos dos posibilidades. Una de **ellas consiste en poner una resistencia en serie** con el devanado de los inyectores, para limitar la corriente de paso. Cada etapa puede comandar 3 ó 4 válvulas, de forma

que motores de 6 u 8 cilindros harán falta dos etapas. La otra posibilidad consiste en poner una etapa final regulada, sin resistencia adicional.

En este tipo de etapa final se hace pasar una corriente muy elevada al principio, para activar el inyector inmediatamente. Luego, como una vez activado, la energía para mantenerlo puede ser mucho menor, bajamos la corriente hasta un valor llamado "corriente de retención". Con este método conseguimos tiempos de respuesta muy cortos, además al bajar la corriente tras el primer momento de excitación, cargamos menos la etapa final, con lo que puede controlar hasta 12 válvulas.

L-JETRONIC



Derivados del L-Jetronic

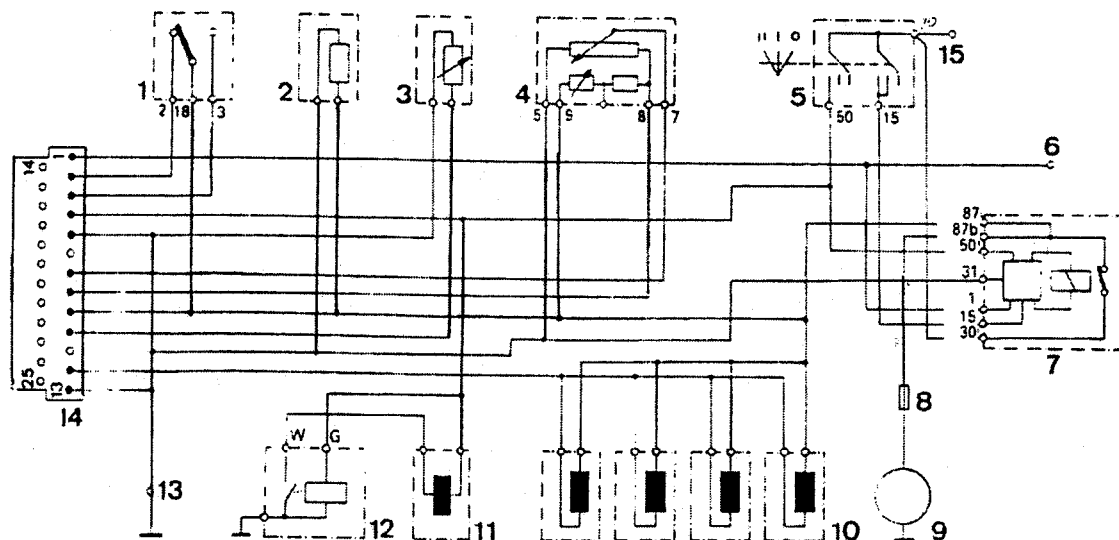
Partiendo del sistema original, y a base de modificar distintos aspectos, han aparecido múltiples variantes del L-Jetronic, de los que veremos a continuación las más representativas.

LE-Jetronic

Esta versión se distingue de la original en los siguientes puntos:

L-JETRONIC

La unidad de control es más ligera y de menores dimensiones, gracias a que incorpora más circuitos integrados y menos componentes discretos. El conector lleva 25 pines, en vez de los 35 del L-Jetronic original. Van dispuestos en dos filas: una más larga, donde van los pines del 1 al 13, y otra corta, que lleva los pines del 14 al 25, y que sólo se usa en motores de más de 4 cilindros.

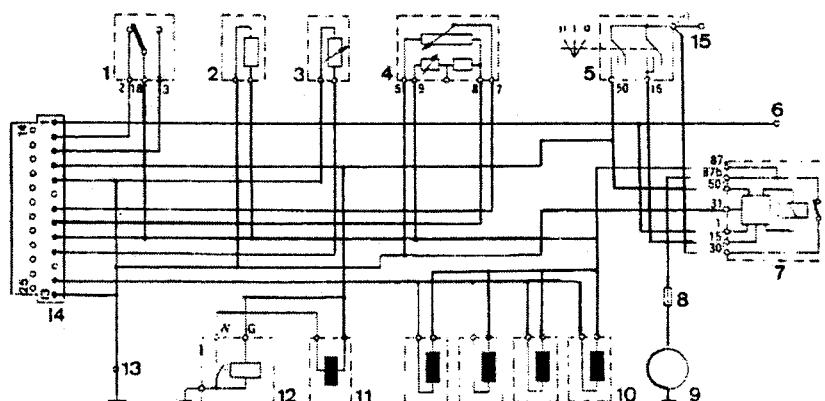


- | | | |
|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1. Interruptor de mariposa | 6. Conexión encendido | 11. Inyector de arranque en frío |
| 2. Válvula de aire adicional | 7. Relé taquimétrico | 12. Termocontacto temporizado |
| 3. Sonda térmica motor | 8. Fusible de 8 Amp. | 13. Toma común de masa |
| 4. Caudalímetro | 9. Bomba de combustible | 14. Conector múltiple de la UCE |
| 5. Interruptor principal. | 10. Inyectores | 15. Batería. |

Conexión de los elementos de la unidad

Se indica a continuación la correspondencia de los pines de los distintos elementos con la unidad de control del L-Jetronic para su uso como guía en las distintas comprobaciones.

L-JETRONIC



- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| 1. Interruptor de mariposa | 9. Bomba gasolina |
| 2. Válvula de aire adicional | 10. Válvulas de inyección |
| 3. Sonda térmica motor | 11. Inyector de arranque en frío |
| 4. Caudalímetro | 12. Termocontacto temporizado |
| 5. Interruptor principal | 13. Masa |
| 6. Información del encendido | 14. Conector unidad de control |
| 7. Relé taquimétrico | 15. Batería |
| 8. Fusible (8A) | |

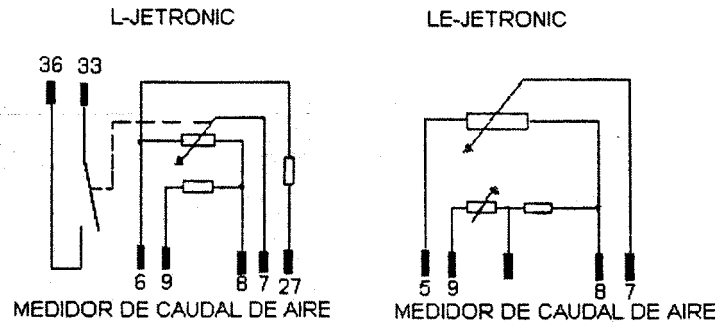
El relé doble y el interruptor del caudalímetro son sustituidos por el "relé taquimétrico". El funcionamiento de este relé es como sigue: al dar contacto para arrancar, los pulsos de tensión del primario de la bobina activan el relé, dando éste alimentación a la bomba de gasolina, los inyectores, el caudalímetro, la válvula de aire adicional, el interruptor de mariposa y el calculador electrónico (ver esquema eléctrico).

Si por cualquier motivo el motor gira a menos de 1 vuelta por segundo con el contacto dado, el relé se abre por motivos de seguridad transcurridos 1,5 segundos aproximadamente.

El sensor de temperatura del aire de admisión está conectado en paralelo al divisor de tensión accionado por el caudalímetro, con lo que compensa

L-JETRONIC

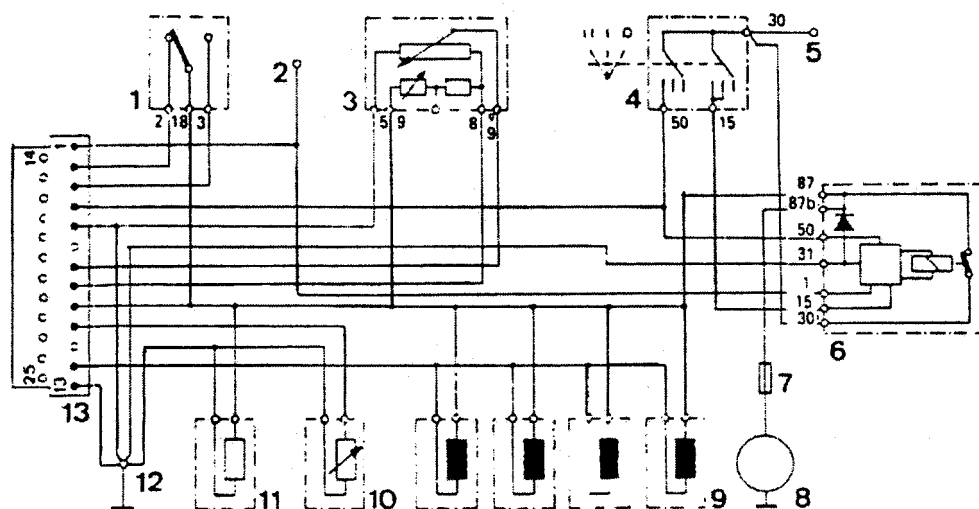
directamente la señal que se transmite al calculador, y reducimos las conexiones de siete a cuatro.



LE2-Jetronic

El LE2 es una evolución sobre el sistema LE, cuya principal novedad es la integración de control de la fase de arranque en frío, con lo que se elimina, respecto a la LE, el inyector de arranque en frío y el termointerruptor temporizado. El calculador determina el enriquecimiento de la mezcla en frío en base al tiempo de acción sobre el arranque, la temperatura del motor (si es menor de 35°C) y el régimen del motor. Mientras dura esta fase de funcionamiento el calculador manda el doble de impulsos a los inyectores (cuatro en vez de dos) y se aumenta el flujo de aire por medio de la válvula de aire adicional. Este enriquecimiento extra disminuye según aumenta la temperatura del motor y el régimen de giro.

L-JETRONIC



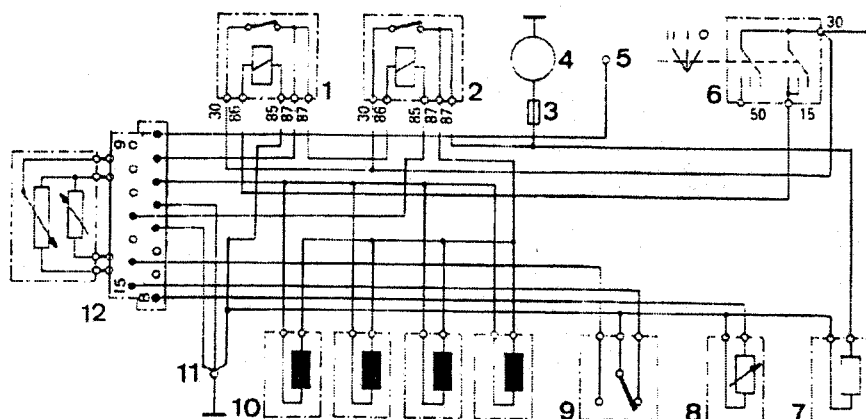
LE3-Jetronic

En esta nueva evolución del sistema, los cambios son los siguientes:

El relé taquimétrico de la LE2-Jetronic se sustituye por dos relés normales, de los cuales uno alimenta el sistema y el otro comandado por la unidad de control, la bomba de combustible. Cuando damos contacto, se cierra el relé de alimentación del sistema y la unidad de control acciona el relé de la bomba haciéndolo funcionar durante un segundo, para que el sistema de alimentación adquiera la presión necesaria. En el momento en que el motor empieza a girar, el relé de la bomba queda continuamente cerrado, alimentando al su vez a los inyectores y a la válvula de aire adicional. Si la unidad de control deja de recibir al señal de giro del motor proveniente del encendido, desactiva el relé transcurrido un segundo.

La unidad de control es mucho más pequeña que las anteriores, y va colocada justo encima del caudalímetro del aire de admisión. La unión entre la unidad y el caudalímetro se efectúa a través de un conector interno de cuatro pines, y el conector externo de la unidad de control vuelve a reducirse, esta vez de 25 a 15 pines.

L-JETRONIC



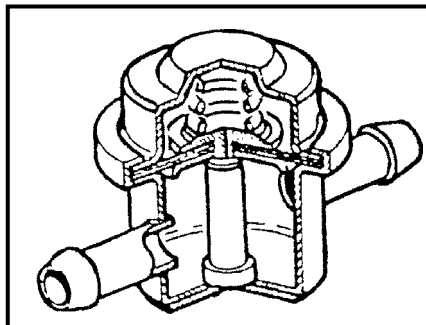
- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Relé de alimentación | 7. Válvula de aire adicional |
| 2. Relé de la bomba | 8. Sonda térmica del motor |
| 3. Fusible de 10 Amp. | 9. Interruptor de mariposa |
| 4. Bomba de combustible | 10. Válvulas de inyección |
| 5. Negativo bobina encendido | 11. Toma común de masa |
| 6. Llave de aire adicional | 12. Conjunto caudalímetro-UCE |

Para poder controlar las resistencias del caudalímetro tendremos que desmontar la unidad de control para así tener acceso a los pines del caudalímetro.

Para regular la riqueza al ralentí, se actúa sobre un tornillo colocado en el propio calculador electrónico, que mueve el potenciómetro. Con este se consigue eliminar el canal de aire en derivación con la aleta del caudalímetro.

Se añade un amortiguador de pulsaciones en el circuito de combustible. Se puede colocar entre la bomba y la rampa de inyectores o entre el regulador de presión y el depósito, en la tubería de retorno. Su misión es absorber las ondas de presión generales en el circuito por la apertura y cierre de los inyectores o por el propio regulador.

L-JETRONIC



LU-Jetronic

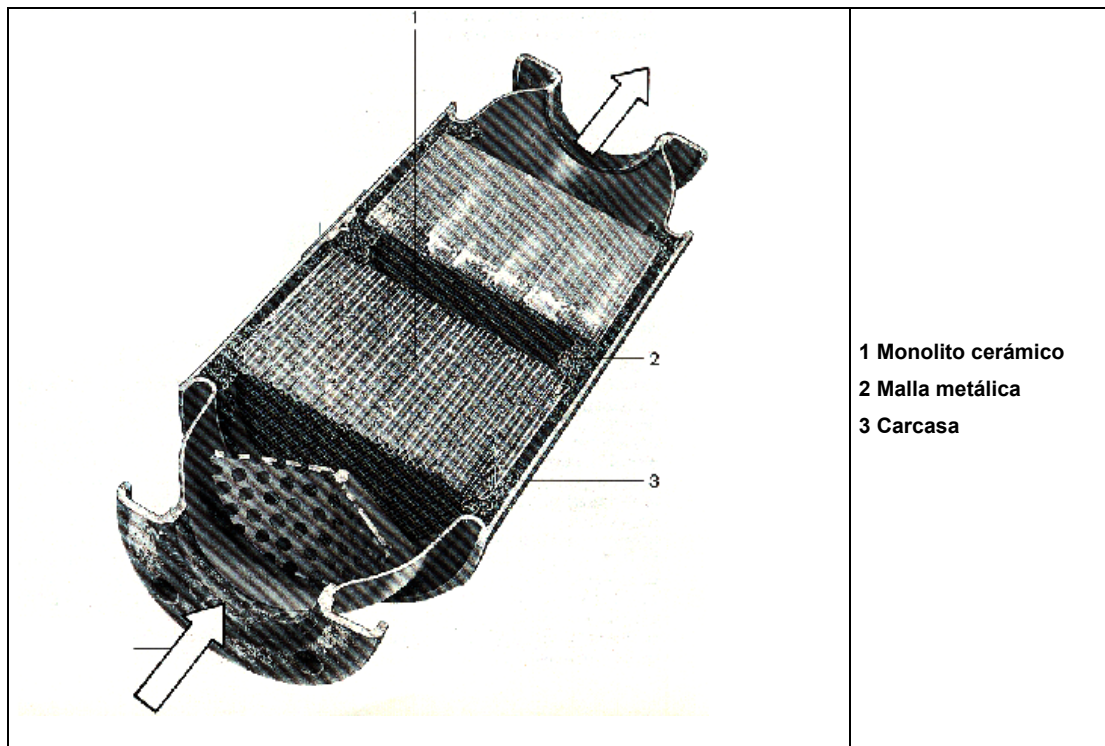
Este sistema sería idéntico al LE-Jetronic, salvo por la incorporación de un catalizador de gases de escape y una sola lambda. Veamos en que consiste esto último:

Control de los gases de escape. Regulación lambda

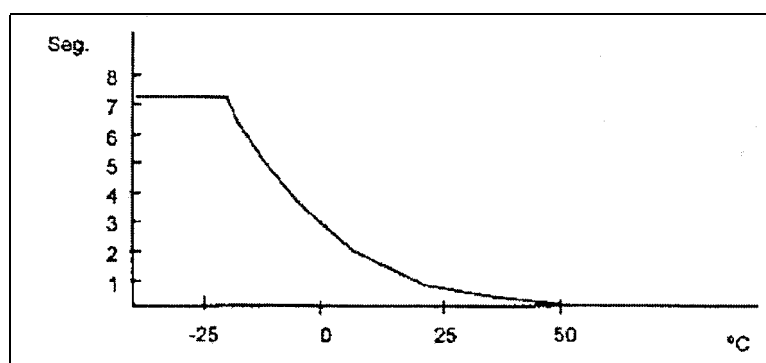
Cuando se produce la combustión en los cilindros, no todo el combustible se quema, aunque haya exceso de oxígeno. Cuanto peor sea la combustión, tanto mayor será la concentración de gases nocivos en el escape. Estas emisiones nocivas pueden llegar a ser el 1% de los gases de escape, y principalmente son monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos (HC).

Estas emisiones se pueden reducir muy eficazmente con la ayuda de un convertidor catalítico, conocido comúnmente como catalizador. Este elemento transformará, mediante la acción de metales nobles, (principalmente platino y rodio) el CO en CO_2 (dióxido de carbono) y los HC en H_2O (agua), inocuos para la salud. También transformará los NO_x (óxidos de nitrógeno) en N_2 (nitrógeno) O_2 (oxígeno), igualmente inocuos. De esta forma, podemos tratar hasta el 90% de las emisiones nocivas. El empleo de gasolina sin plomo es obligatorio, ya que el plomo destruye la acción catalítica del platino y el rodio.

L-JETRONIC



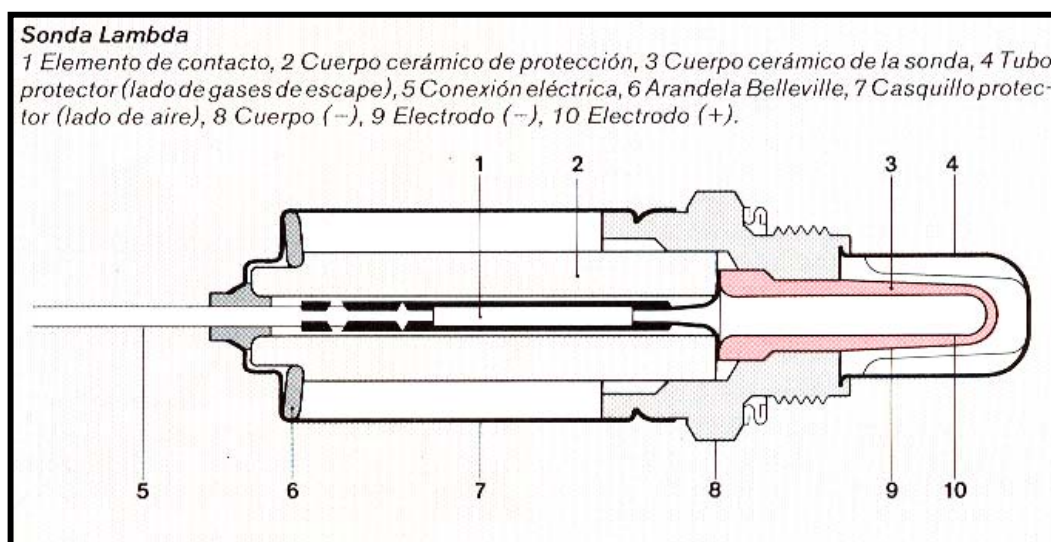
El uso del catalizador requiere que la mezcla tenga una proporción óptima (proporción estequiométrica). Esta proporción tiene un coeficiente de aire (coeficiente lambda) $\lambda = 1$. Como una pequeña variación provoca que el catalizador no funcione bien necesitamos un sistema de regulación de la mezcla muy preciso y con poca inercia. Implantaremos un sistema que haga una medida de la composición de los gases de escape y en base a ello modifique el caudal de combustión. Este sería el caso de un circuito de regulación cerrado.



L-JETRONIC

Esta regulación, para un funcionamiento eficaz requiere un sistema de inyección electrónico, por la rapidez de respuesta que obtenemos.

El elemento encargado de suministrar los datos referentes a los gases de escape será la sonda lambda. Esta sonda va instalada en el escape del motor. La sonda empieza a proporcionar valores a temperaturas elevadas, por encima de **200 °C**, motivo por el cual en la actualidad prácticamente todas las sondas van calefactadas, de forma que alcancen rápido la temperatura de funcionamiento.



El funcionamiento de la sonda lambda es el siguiente: consta de una cerámica (dióxido de zirconio) en contacto con los gases de escape, y dos electrodos de platino, uno en contacto con los gases de escape y otro en contacto con la atmósfera exterior. A altas temperaturas (de ahí la necesidad de que la sonda esté caliente) la cerámica se hace conductora, y si la concentración de oxígeno no es la misma en ambos electrodos, se produce una pequeña diferencia de potencial entre ellos. Esta diferencia de potencial es la que recibe el calculador para determinar si la mezcla es rica ($\approx 900\text{mv}$) o pobre ($\approx 100\text{mv}$), y acortar o alargar los tiempos de inyección según corresponda. ($\lambda=1 \Rightarrow \approx 450\text{mv}$)

L-JETRONIC

LU2-Jetronic

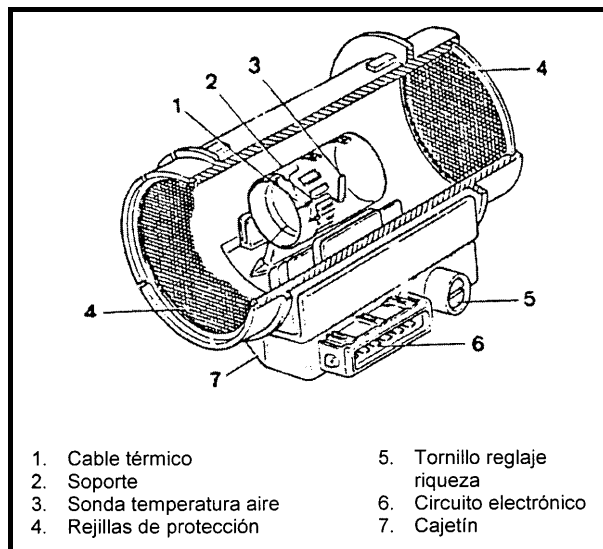
Igual que el LU era como el LE, el LU2 es idéntico al LE2 salvo la incorporación de la regulación lambda de los gases de escape.

LH- Jetronic

El sistema LH-Jetronic se basa en el mismo principio que el L-Jetronic, salvo las diferencias que se detallan a continuación:

La medición de la cantidad de aire que entra al motor se hace por medio de un caudalímetro de "hilo caliente", en lugar del tradicional por "aleta sonda". Este caudalímetro funciona de la siguiente forma: en el interior del tubo de medición se tiende un hilo de platino de poco grosor (70 mm). Este hilo se mantiene a 120°C por encima de la temperatura del aire de admisión haciendo circular por él una corriente eléctrica. El aire que entra al motor produce un efecto de enfriamiento del hilo de platino, lo que provoca que la **resistencia del** mismo varíe. El circuito al que está asociado el hilo de platino detecta esta variación de resistencia y corrige la corriente que atraviesa el hilo para mantener la temperatura constante a 120°C superior a la del aire de admisión.

L-JETRONIC



De esta manera conseguimos una relación clara entre el caudal de aire y la corriente calefactora. Esta regulación a temperatura constante se produce de forma muy rápida, gracias a que el hilo posee muy poca masa. La corriente calefactora oscila entre **500 y 1200 mA**. En el mismo tubo de medición se ha instalado otra resistencia de compensación de temperatura del aire de admisión. Esta compensación debe realizarse rápidamente, ya que influye de forma muy directa sobre la media (es necesaria una constante de tiempo de 3 seg. 0 inferior). Para evitar que se acumule suciedad en el hilo de platino, cada vez que paremos el motor y éste haya pasado de 1500 rpm y 65°C, el calculador manda una señal al caudalímetro y el hilo se calienta a **1000°C** durante un segundo, para eliminar posibles restos de suciedad. Esta operación se conoce como pirólisis.

El caudalímetro incorpora además un tornillo que actúa sobre una resistencia variable que sirve para regular el régimen de ralentí (5).

Se incorpora un regulador electrónico de ralentí, que permite estabilizar el régimen de revoluciones bajo cualquier condición de carga del motor.

L-JETRONIC

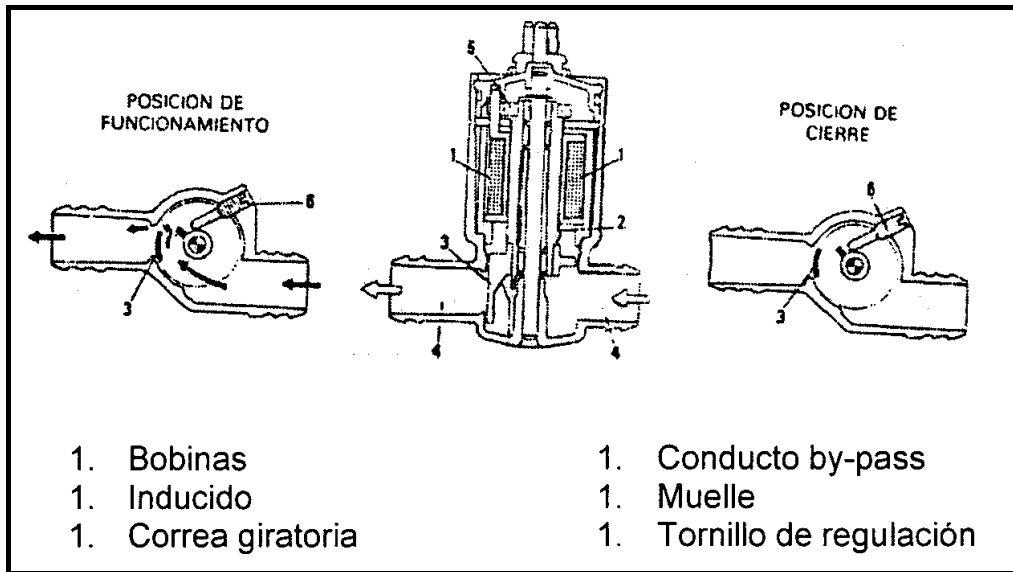
La presencia de este dispositivo reporta las siguientes ventajas:

- Se suprime la válvula de aire adicional de calentamiento del motor.
- Al bajar la velocidad de ralentí, se reduce el consumo.
- La velocidad de ralentí es constante bajo cualquier circunstancia.
- Se eliminan los dispositivos de modificación del ralentí para el funcionamiento del compresor de aire acondicionado o de la dirección asistida.

El regulador electrónico está colocado en el lugar que ocupaba la válvula de aire adicional. La apertura del regulador la controla el calculador de inyección en función del régimen de revoluciones del motor y de la temperatura del mismo, de manera que aumenta o disminuye la cantidad de aire que entra a los cilindros según las necesidades de cada momento. El sistema funciona sólo si la mariposa está cerrada.

El regulador en sí es un actuador rotativo, compuesto por dos devanados dentro de los cuales gira un inducido que según la posición que adopte deja pasar más o menos aire por el conducto en derivación con el caudalímetro (by-pass).

L-JETRONIC



El actuador dispone de un tornillo que, en caso de que falte la señal de control, deja la válvula en una posición prefijada que permite el paso de cierta cantidad de aire.

