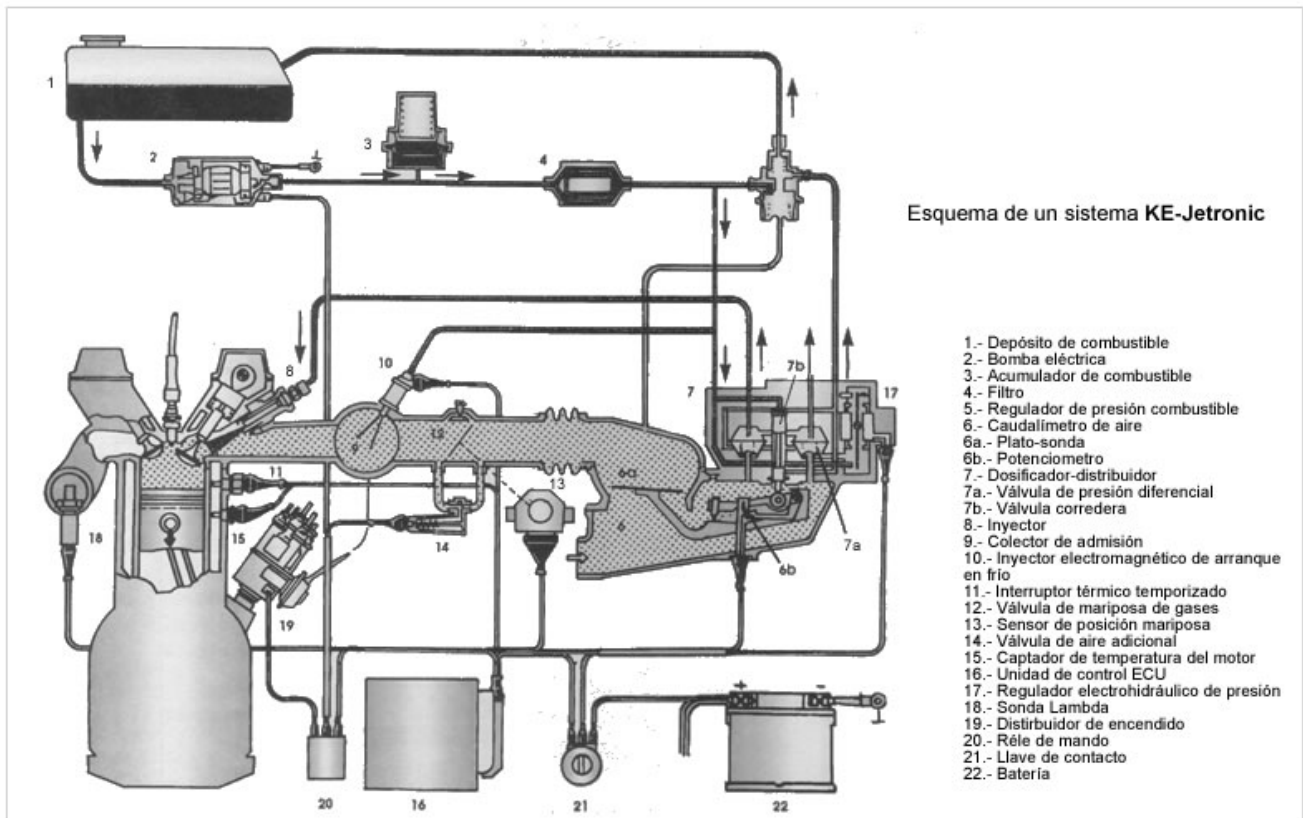
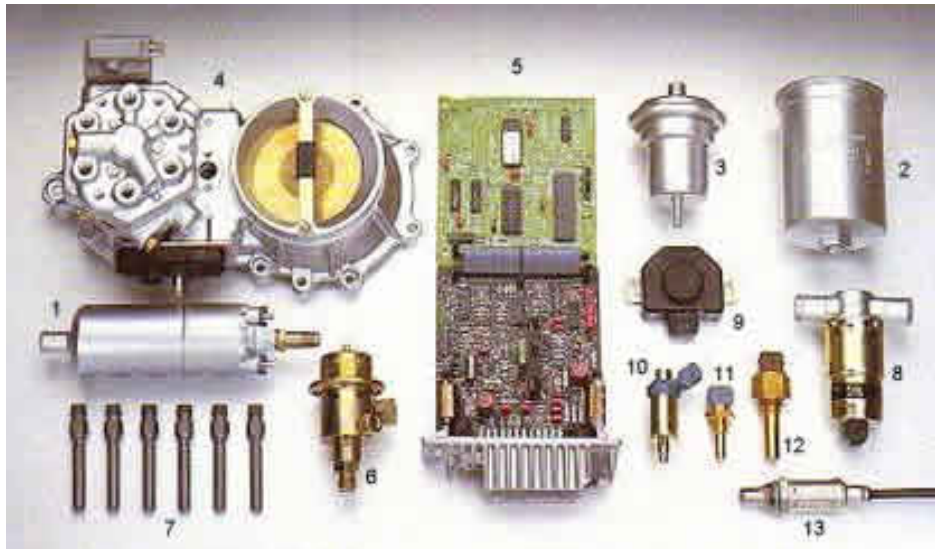


Inyección Mecánica-Electrónica

El **KE-Jetronic** de Bosch es un sistema perfeccionado que combina el sistema K-Jetronic con una unidad de control electrónica (ECU). Excepto algunos detalles modificados, en el sistema KE-Jetronic encontramos los principios de base hidráulicos y mecánicos del sistema K-Jetronic. La diferencia principal entre los dos sistemas es que en el sistema KE se controlan eléctricamente todas las correcciones de mezcla, por lo tanto no necesita el circuito de control de presión con el regulador de la fase de calentamiento que se usa en el sistema K-Jetronic. La presión del combustible sobre el émbolo de control permanece constante y es igual a la presión del sistema. La corrección de la mezcla la realiza un actuador de presión electromagnético que se pone en marcha mediante una señal eléctrica variable procedente de la unidad de control. Los circuitos eléctricos de esta unidad reciben y procesan las señales eléctricas que transmiten los sensores, como el sensor de la temperatura del refrigerante y el sensor de posición de mariposa. El medidor del caudal de aire del sistema KE difiere ligeramente del que tiene el sistema K. El del sistema KE está equipado de un potenciómetro para detectar eléctricamente la posición del plato-sonda. La unidad de control procesa la señal del potenciómetro, principalmente para determinar el enriquecimiento para la aceleración. El dosificador-distribuidor de combustible instalado en el sistema KE tiene un regulador de presión de carburante de membrana separado, el cual reemplaza al regulador integrado del sistema K-jetronic.





1.- Bomba eléctrica de combustible; 2.- Filtro; 3.- Acumulador de presión; 4.- Dosificador-distribuidor; 5.- ECU;
6.- Regulador de presión; 7.- Inyectores; 8.- Regulador de ralentí; 9.- Sensor posición de mariposa;
10.- Inyector de arranque en frío; 11.- Sensor de temperatura; 12.- Termocontacto temporizado; 13.- Sonda lambda.

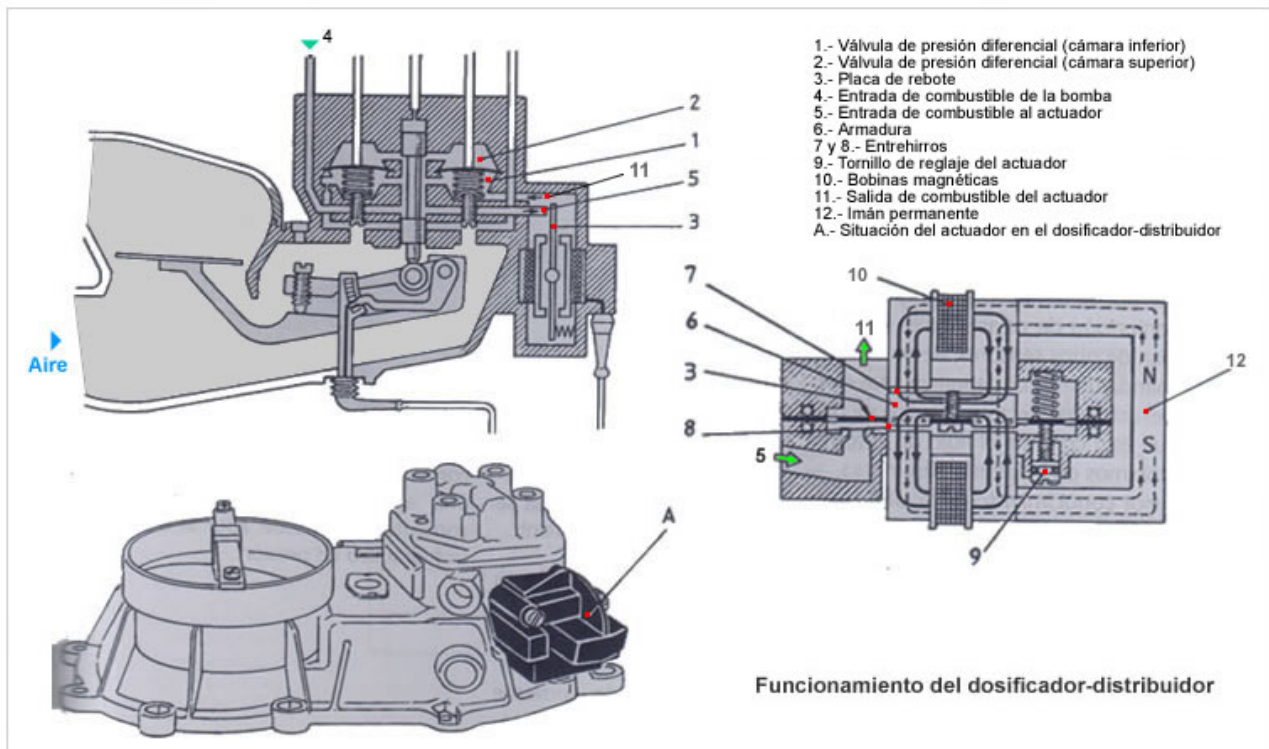
Actuador electrohidráulico o regulador de presión

El funcionamiento de este actuador puede describirse teniendo en cuenta el funcionamiento del sistema K-Jetronic, partiendo de que la alimentación a los inyectores se produce cuando las presiones en las cámaras de las válvulas de presión diferencial son diferentes. Sabiendo que la entrada de combustible a las cámaras inferiores (1) de las válvulas esta controlada por una placa de rebote (3) que puede obturar o reducir el paso del combustible procedente de la bomba de combustible (4), esta variaciones de caudal pueden afectar de forma importante el dosado de la mezcla. El actuador puede, en efecto, reducir o aumentar la presión según tapone, o no, el paso de combustible (10). Consta el actuador de la citada placa de rebote (3) que se mantiene en equilibrio entre dos electroimanes y otro imán permanente.

Las señales eléctricas que activan el actuador y por lo tanto la placa de rebote vienen proporcionadas por la centralita (ECU), de acuerdo con los datos que recoge por medio de sus sensores, y se logra así una regulación muy afinada en las presiones, y en la dosificación. Si nos fijamos mas en el funcionamiento del actuador podemos ver la distribución de los flujos magnéticos que determinan la modulación de la presión. Por (5) tenemos la entrada de combustible al actuador a la presión que envía la bomba de combustible. La placa de rebote (3) significa un freno mayor o menor según su posición. El paso de combustible hacia las cámaras del dosificador se efectúa la salida (11). El principal elemento del actuador es el conjunto de imanes. En (12) tenemos el imán permanente del que las líneas de trazos y las flechas muestran el sentido de flujo magnético. Por otra parte tenemos las bobinas magnéticas (5) de los dos electroimanes, junto con una armadura (6) unida a la placa de rebote (3) y que puede desplazarla. Aquí se forman los entrehierros (7 y 8). Como que el flujo del imán permanente es constante y el del electroimán es proporcional a la corriente que le manda la ECU capaz de hacer regulaciones de presión de centésimas de bar.

En situación de reposo, la placa de rebote da una dosificación equivalente a 14,7/1, razón por la cual, en el caso de fallo de ECU el motor puede seguir funcionando; pero durante la marcha normal existe una gran variedad de dosificaciones que la citada UCE determina gracias a las informaciones que recibe de los sensores.

Como puede verse un tornillo de reglaje (9) permite la puesta punto del actuador.

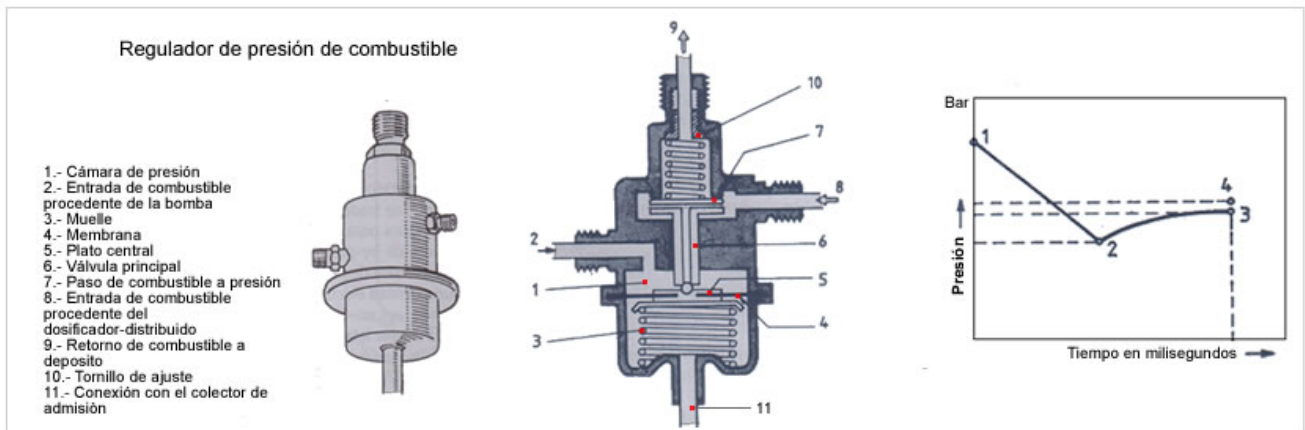


Regulador de presión del circuito de alimentación de combustible

Otro elemento diferencial con respecto al sistema K-Jetronic es el uso de este elemento. Su misión es mantener un valor de presión estable en el circuito aun cuando el consumo sea elevado o se observen valores irregulares en la presión proporcionada por la electrobomba. En cuanto la electrobomba se pone en marcha, el combustible pasa a llenar la cámara de presión (1) gracias a su entrada por (2). El valor de esta presión está calculado para que venza la presión que ejerce el muelle (3) que empuja una membrana (4), con un plato central (5) que a su vez actúa sobre la válvula principal (6).

La válvula principal al moverse la membrana por los efectos de la presión abre el conducto (7) dejando una vía de descarga, entre (8 y 9), a la gasolina que proviene del actuador y, en general, del distribuidor-dosificador. En este momento, la presión general puede descender pero se autocorrigue de inmediato por la posición de la membrana (4) y de la válvula principal (6). Un tornillo de ajuste (10) completa el equipo.

En el gráfico se representa los estados de presión que se producen en el regulador. Mientras la electrobomba funciona tenemos un valor de presión descrito por el punto (1) del gráfico. Cuando la electrobomba se para, la membrana cierra inmediatamente el paso de la válvula principal (6), pero la presión descende hasta el punto (2) del gráfico. Acto seguido, al hacerse sensible esta pérdida de presión en todo el circuito, el acumulador suelta el combustible retenido y, como consecuencia de ello, la presión asciende hasta el punto (3) del gráfico, ligeramente por debajo del valor de inyección que está representado por (4). De esta forma y con el motor parado, el circuito se mantiene bajo presión.

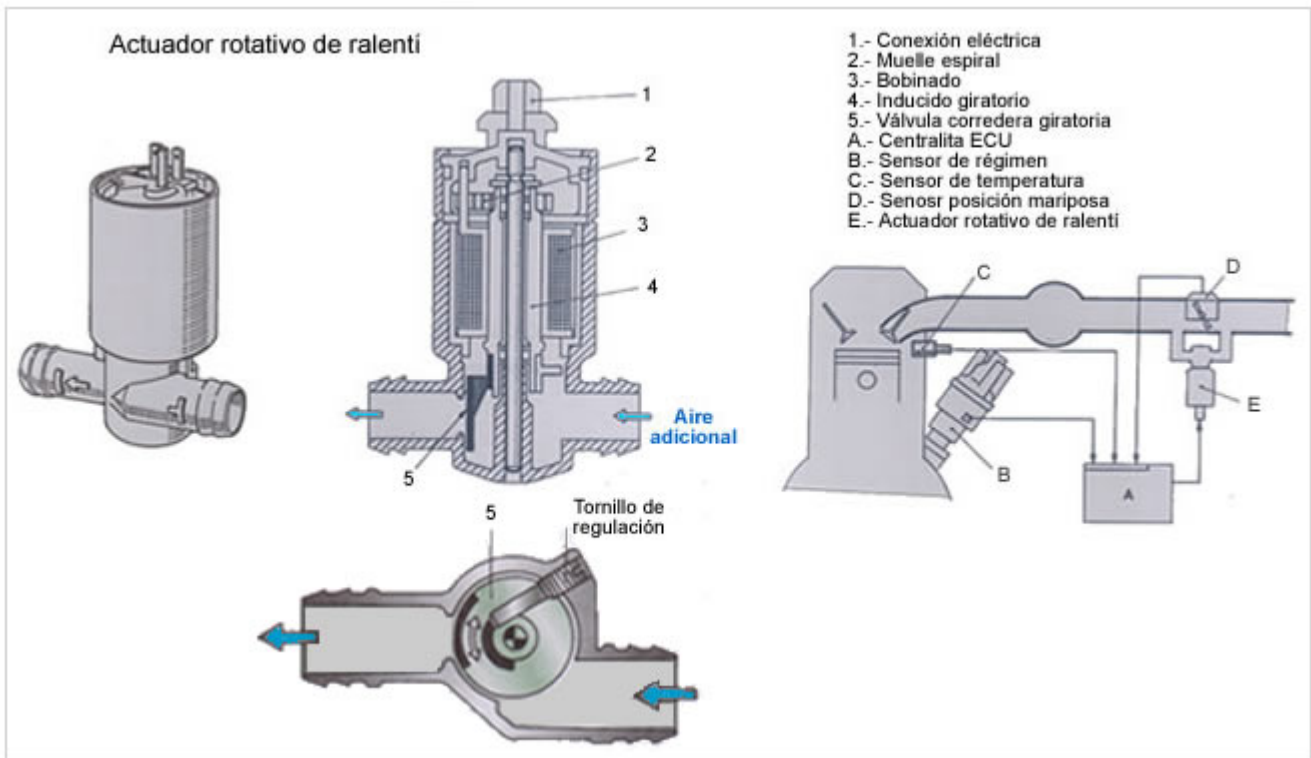


El regulador también está en contacto con el estado de depresión del colector de admisión (11) que actúa sobre la membrana en ciertos momentos, dependiendo del estado de carga del motor. Cuando el motor funciona a medias cargas la depresión en el colector de admisión es grande por lo que se transmite a través de (11) al regulador tirando de la membrana hacia abajo para abrir la válvula principal (6) y así hacer disminuir la presión en el circuito de alimentación lo que se traduce en un empobrecimiento final de la mezcla que se inyecta en los cilindros. A plena carga de funcionamiento del motor no hay apenas depresión en el colector de admisión por lo que no afecta para nada en la posición de la membrana y así se aumenta la presión en el circuito de alimentación que se traduce en un enriquecimiento de la mezcla precisamente cuando más falta hace.

Actuador rotativo de ralentí

Este dispositivo sustituye a la válvula de aire adicional utilizada en el sistema K-Jetronic. Está constituido por un conducto por donde pasa la corriente de aire adicional que pone en by-pass a la mariposa de aceleración. Este conducto está controlado por una válvula corredera giratoria (5) que puede abrir más o menos el paso de este conducto según la posición que le imprima el inducido giratorio (4) cuya posición inicial viene controlada por el muelle espiral (2) que le sujeta por su extremo superior. El dispositivo está provisto de un bobinado (3) que recibe corriente a través de una conexión eléctrica (1).

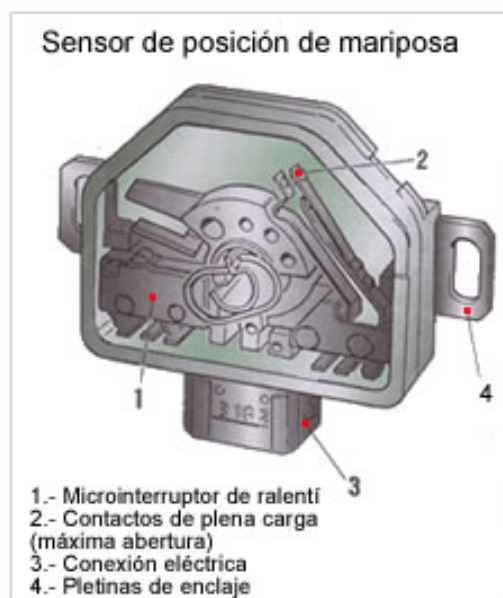
Según el estado de saturación eléctrica a que se encuentre el bobinado se determina una variación angular (giro) del inducido. Esta variación angular del inducido arrastra a la válvula giratoria (5) lo que se traduce en diferentes posiciones de abertura para el paso del aire a través del by-pass. El actuador rotativo es controlado por la centralita ECU. Esta tiene en cuenta los datos que le proporcionan los sensores de: temperatura motor, régimen de giro y posición de abertura de la mariposa de gases. Estos tres valores son tratados por la ECU y son comparados con los valores tipo que tiene memorizados, y de aquí se elabora una señal eléctrica que es enviada al bobinado del actuador rotativo el cual determina el ángulo de giro del inducido y con ello la abertura de la válvula corredera giratoria. De esta manera el régimen de ralentí se ajusta automáticamente no solo a la diferente temperatura del motor sino a otros estados del mismo e incluso a su desgaste ocasionado por el envejecimiento del motor..



El ángulo de giro del inducido está limitado a 60°C y en caso de desconexión o de mal funcionamiento de la unidad se queda en una posición neutra, con una determinada sección de abertura, que permite el funcionamiento provisional del motor hasta el momento de la reparación del dispositivo.

Sensor de posición de mariposa

Este sensor llamado interruptor de mariposa tiene como misión informar a la unidad de control ECU de la posición en que se encuentra la mariposa de gases. En su interior incorpora dos contactos eléctricos correspondientes a la posición de ralenti y de plena carga cuando se encuentra el pedal del acelerador en reposo o pisado a fondo. La posición del interruptor de mariposa permite su graduación por medio de dos ranuras (pletinas de anclaje) donde unos tornillos la sujetan en la posición correcta.



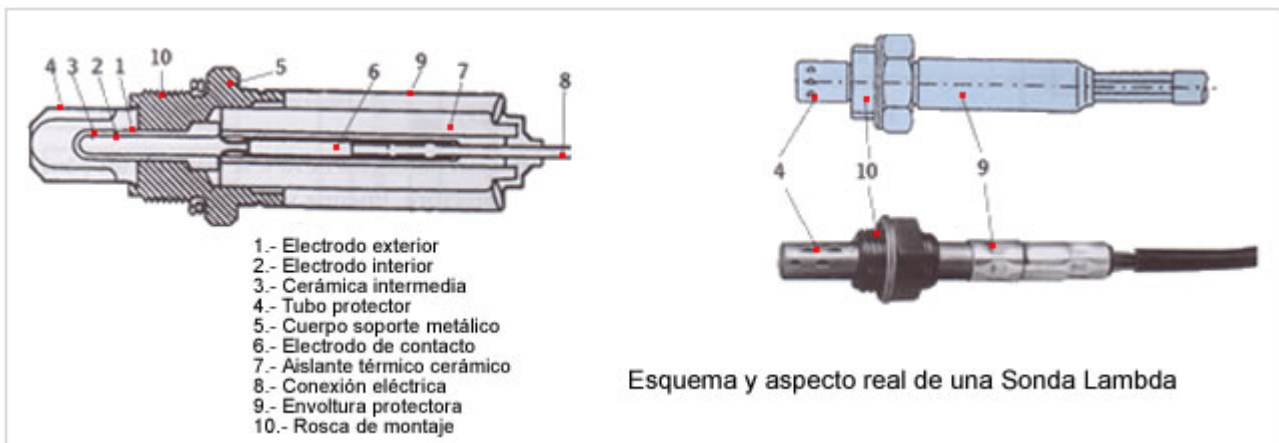
Fase de deceleración

Otra particularidad del sistema KE-Jetronic es la de interrumpir la inyección de combustible durante la fase de deceleración. Si el conductor levanta el pie del acelerador, la mariposa va a la posición cero. El sensor 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 del regulador. De esta manera la presión en la cámara inferior de la válvula de presión diferencial se eleva prácticamente al valor de presión principal y el muelle de la cámara inferior cierra la salida de combustible hacia los inyectores.

Regulación Lambda

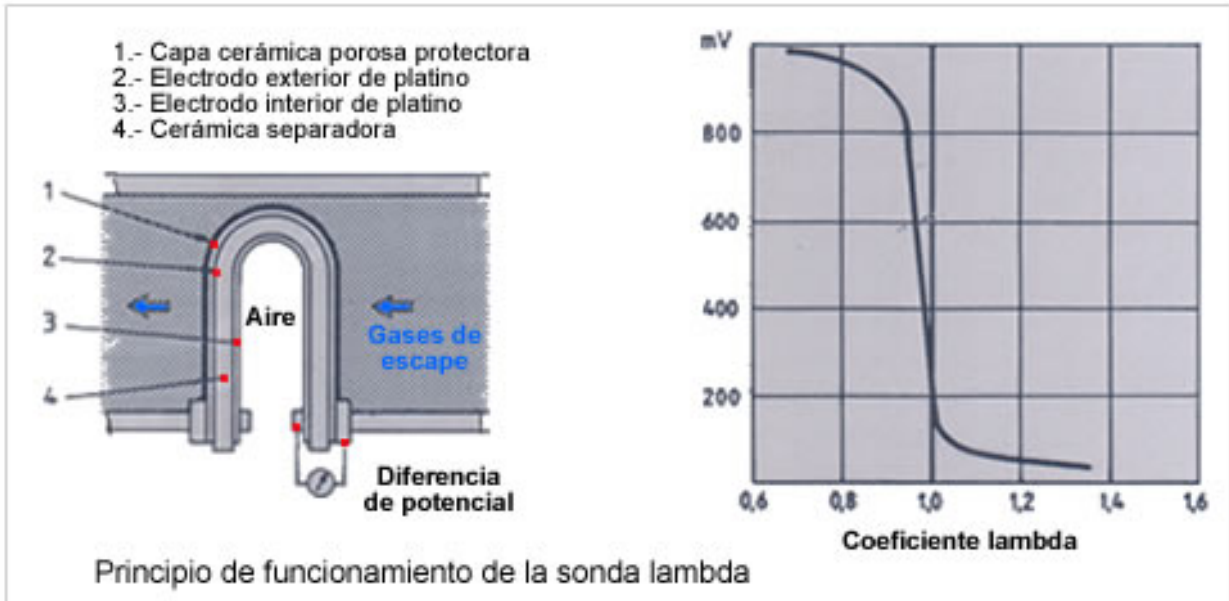
La sonda lambda transmite a la unidad de control ECU una señal característica de la composición instantánea de la mezcla (aire/gasolina). Esta sonda esta montada en un punto del colector de escape donde la temperatura necesaria para su funcionamiento exista en todos los regímenes motor. Esta señal sirve a la ECU para mantener una dosificación de la mezcla correcta en todos modos de funcionamiento del motor y para permitir el funcionamiento correcto del catalizador que es muy sensible e ineficaz para mezclas inadecuadas al régimen de funcionamiento del motor.

La sonda lambda esta en contacto en su cara exterior a los gases de escape mientras que en cara interna comunica con la atmósfera. Esta constituida por dos electrodos de platino microporoso separados por material cerámico (dióxido de circonio) que actúa como electrolito en el proceso de funcionamiento. El electrodo exterior es el negativo y esta en contacto con los gases de escape recubierto por una capa protectora de cerámica porosa. Ambos electrodos son permeables a los gases.



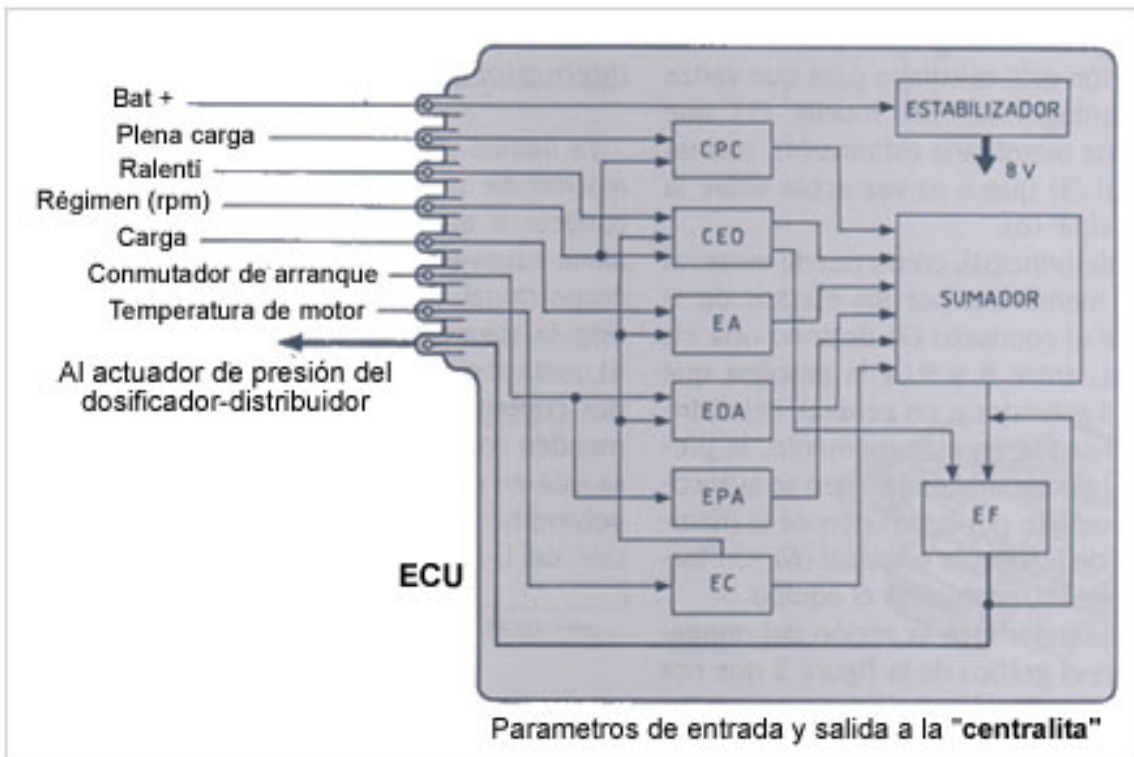
Cuando la sonda funciona se produce una tensión entre ambos electrodos. La tensión que suministra la sonda varia entre 200 y 800 mV. Se toma como referencia lambda que es el coeficiente de aire, con valor 1, que es cuando la relación estequiométrica es la ideal con un valor de mezcla 14,7/1, si el valor es mayor de 1, se entiende que la mezcla es rica y si es menor que 1 se entiende que la mezcla es pobre.

El tiempo de respuesta de la sonda de Lambda es muy pequeño, de milisegundos a unos 600 °C o 800 °C que es su temperatura ideal de trabajo, pero el problema es que por debajo de 300 °C de temperatura su funcionamiento es más lento y defectuoso. Para tratar de remediarlo se le incorpora un pequeño calefactor (resistencia térmica) que permite alcanzar la temperatura de funcionamiento en unos 20 o 30 segundos, pero hasta que se alcance la temperatura la señal debe ser ignorada, lo mismo que en máxima aceleración puesto que en esta última situación prima la entrega de potencia sobre la calidad de los gases de escape.



Unidad de control

También llamada centralita o ECU (Electronic Control Unit) esta concebida bajo los mismos criterios y diseño que las utilizadas en los sistemas de inyección L-jetronic, pero como las funciones en el sistema que nos ocupa son mucho más sencillas y limitadas, se construyen en técnica analógico, preferente, aunque también pueden encontrarse en ellas circuitos que trabajan por la técnica digital. El funcionamiento se resume diciendo que recibe las señales eléctricas que le mandan los sensores; estas señales que las compara con valores de tensión que tienen establecidos en sus circuitos-patrón, y según el resultado de esta comparación emite una señal eléctrica de control. Esta señal se manda a los electroimanes del actuador electrohidráulico de presión.



Para conocer el funcionamiento típico de la centralita es necesario saber cuales son los sensores que le proporcionan información:

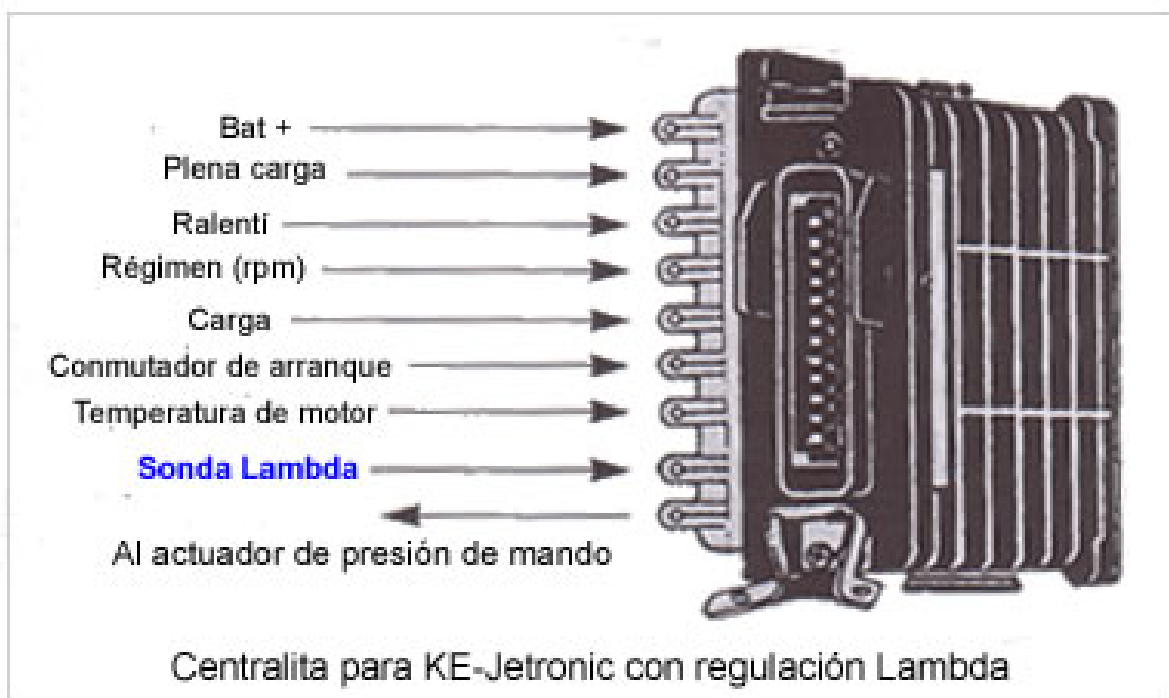
Sensor de mariposa de gases: manda dos señales eléctricas diferentes según la mariposa de gases se halle en posición de plena carga o de ralentí.

Distribuidor de encendido: desde aquí se informa del numero de rpm del motor.

Arranque: esta señal indica cuando el conmutador de encendido y arranque esta conectado.

Temperatura motor: informa de la temperatura del motor tomando como medida la temperatura del liquido refrigerante.

Además esta centralita puede llevar otros circuitos correspondientes a funciones de corrección altimétrica y de análisis de la contaminación de gases de escape (sonda lambda).



La centralita internamente cuenta con un estabilizador de tensión que mantiene un valor muy estricto de 8 Voltios, de forma que no le afecten las variaciones de tensión del circuito eléctrico general del vehículo. Luego existen los bloques de amplificación de las señales recibidas procedentes de los sensores. Estos bloques son:

Corrección de plena carga (CPC), corte en deceleración (CED); enriquecimiento para la aceleración (EA); elevación después del arranque (EDA); elevación para el arranque (EPA) y enriquecedor para el calentamiento (EC).

Todas las magnitudes recogidas en estos bloques deben pasar al sumador, en donde todas las señales son analizadas y se elabora una nueva señal que es verificada en el bloque de la etapa final (EF), la cual puede dar corriente positiva o negativa según se trate de una aceleración y una deceleración. Esta corriente se envía al actuador electrohidráulico de presión.

A pesar de la introducción de la electrónica en sus principales circuitos de mando, el KE-Jetronic puede seguir funcionando en caso de avería o incluso aunque quede inutilizada la centralita (ECU) si el motor esta caliente, ventaja importante que no comparten otros sistemas electrónicos.

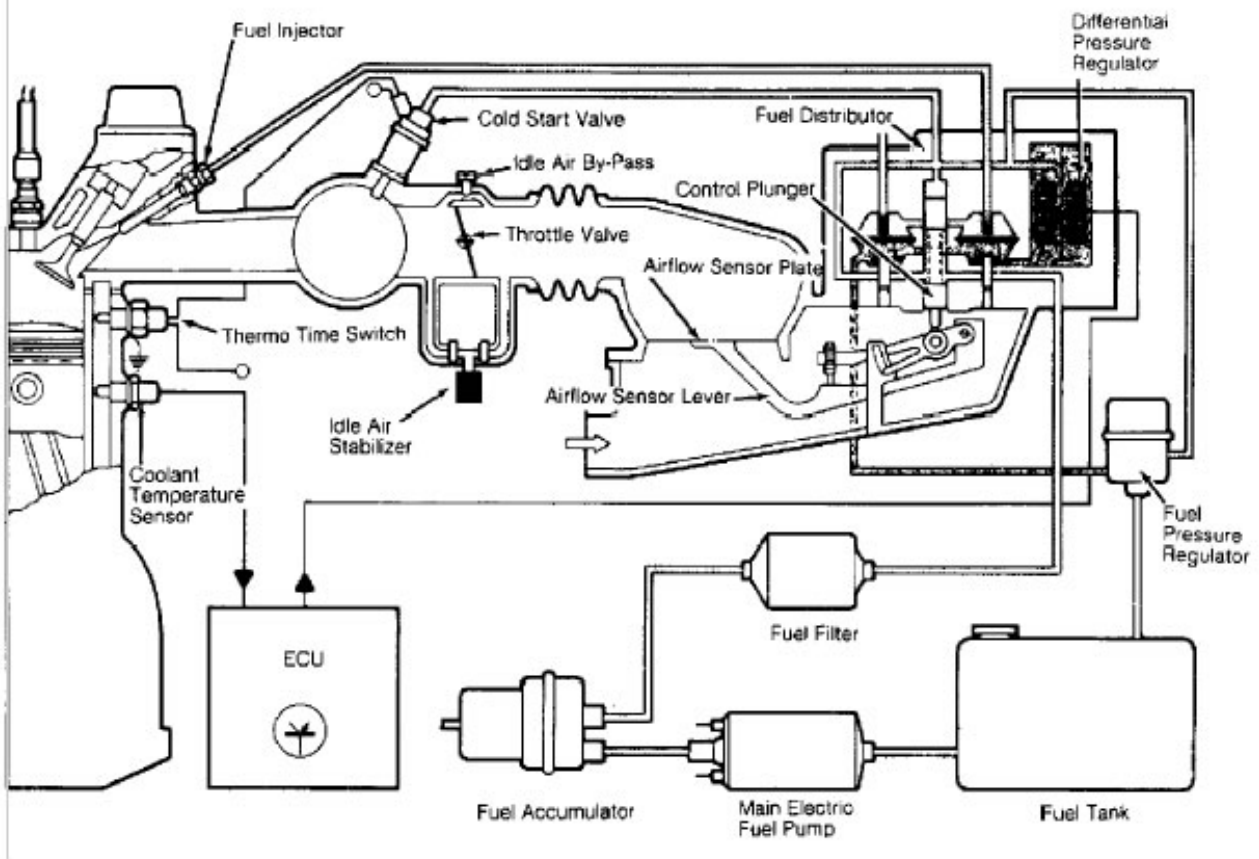
VEHÍCULO	SISTEMA	AÑO
Audi 90 2.0 kat	Bosch KE-Jetronic	1987-90
Audi 90 2.3E kat		1987-90
Audi 80 1.8 kat		1986-92
Audi 80/90 1.9 kat		1986-92
Audi 100/200 1.8 kat		1985-92
Audi 80/90 2.0		1990-92
Audi 100 2.2 kat		1984-91
Audi Quattro 2.2 kat		1984-91
Audi VW Passat 2.2 kat		1984-91
Audi 100 2.3E/100 Quattro		1987-91
Mercedes-Benz (201)		1982-90
Mercedes-Benz 230E (124)		1985-90
Mercedes-Benz 260E (124)		1985-90
Mercedes-Benz 300E/CE/TE (124)		1985-90
Mercedes-Benz 260 SE (126)		1985-90
Mercedes-Benz 300 SE (126)		1985-90
Mercedes-Benz 300 SL (107)		1985-90
Mercedes 190E 1.8 (201)		1990-93
Volkswagen Golf GTi kat		1985-90
Volkswagen Jetta GTi kat		1985-90
Volkswagen Passat kat	1988-90	
Volkswagen Sirocco kat	1985-90	

kat: Catalizado

Se puede ver la denominación **KE-Motronic** que es una evolución del sistema estudiado hasta ahora y que integra en la misma unidad de control (ECU) el sistema de inyección y el sistema de encendido.

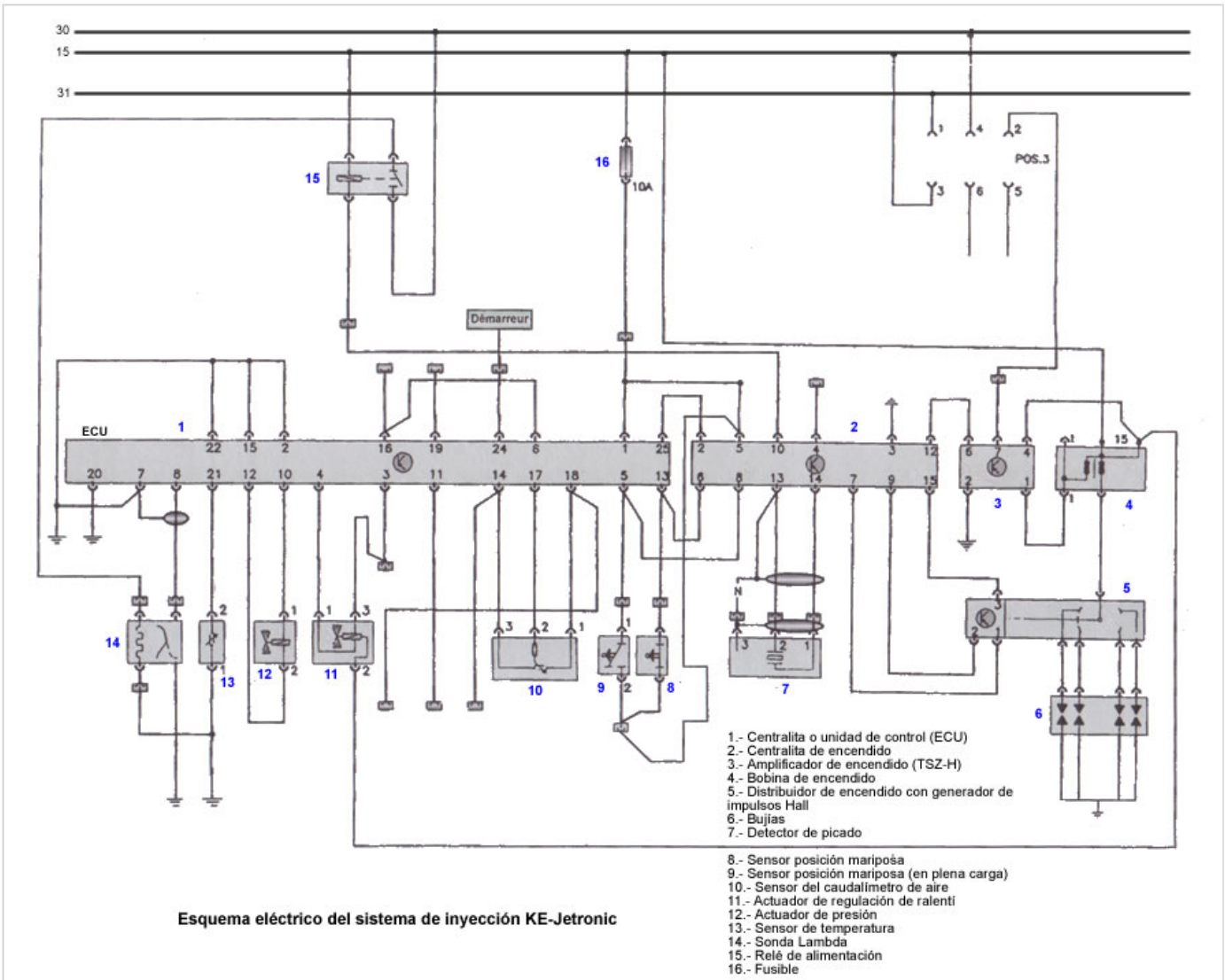
Hay marcas como Volkswagen que a este sistema de inyección sobre todo en Estados Unidos lo denominan en vez de K o KE-Jetronic, los llaman "CIS" (Continuous Injection System) y si le añaden una "E" sería CIS-E (E: de Electronic). Así que es bastante frecuente encontrar la denominación de **CIS-E Motronic** para denominar un sistema de inyección continua de gasolina con control electrónico.

Esquema de un sistema de inyección CIS-E Motronic



Esquema eléctrico para un sistema de inyección Bosch KE-Jetronic

Como se ve en la figura inferior el esquema eléctrico de este sistema de inyección se complica bastante, además de incluir una centralita o unidad de control de inyección con regulación Lambda, también lleva en este caso un sistema de encendido con regulación antidetonante. Este esquema en concreto se refiere a un sistema de inyección montado por las marcas SEAT, AUDI.



Diagnosis de la inyección Bosch KE-Jetronic: Cuadro de búsqueda de fallas

Queja														
1. El motor no arranca o arranca con dificultad en frío.														
2. El motor no arranca o arranca con dificultad en caliente (problemas de arranque en caliente).														
3. Velocidad de ralentí irregular durante la fase de calentamiento (tirones).														
4. Velocidad de ralentí irregular con el motor en caliente (tirones).														
5. El motor no responde al control de la mariposa.														
6. Encendidos fallidos del motor al conducir bajo carga.														
7. Poca potencia.														
8. Autoencendido del motor.														
9. Alto consumo de combustible.														
10. Problemas de transición.														
11. Nivel de CO a ralentí demasiado alto.														
12. Nivel de CO a ralentí demasiado bajo.														
13. No se puede ajustar la velocidad a ralentí (demasiado alta).														
14. El motor arranca y después se para inmediatamente.														
Causa														
•	•													La bomba de combustible no funciona .
	•	•	•	•				•					•	Pérdidas en el sistema de admisión de aire del motor.
•	•	•	•	•				•		•	•	•		Agarrotamiento de la palanca de control del caudalímetro de aire o de pistón de control .
•	•							•						Tope de la placa sensora de aire mal colocado.
	•												•	Válvula auxiliar de aire que no se abre o se cierra .
•														Sistema de arranque en frío defectuoso .
	•	•						•	•				•	Fugas en la válvula de arranque en frío.
•	•							•	•					Presión del sistema fuera de la especificación.
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Presión diferencial fuera de la especificación .
	•													Fugas en el sistema de combustible .
	•	•	•					•						Fugas en el inyector de combustible. La presión de apertura es demasiado baja .
		•	•					•	•				•	Cantidad irregular de combustible .
	•	•	•							•	•	•		Ajuste de ralentí incorrecto .
								•						La placa de la mariposa no se abre completamente .
•	•													Función del enriquecimiento del arranque fuera de especificación.
													•	Función del enriquecimiento después del arranque fuera de especificación.
•	•												•	Función del enriquecimiento de calentamiento fuera de especific.
														Función del enriquecimiento de adelaración fuera de especificación.
													•	Función de enriquecimiento a plena carga fuera de especificación.
•	•													El interruptor de ralentí colocado de forma incorrecta .