

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL  
SISTEMA DE INYECCIÓN**

**KE-JETRONIC**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
MECANICO AUTOMOTRIZ**

**AUTOR: JORGE ALEXANDER GUZMÁN PALACIOS**

**DIRECTOR: ING. YAMANDÚ YÁNEZ, MG**

Cualquier correspondencia concerniente a este trabajo puede dirigirse a:  
[jorge31984@hotmail.com](mailto:jorge31984@hotmail.com)

**QUITO, 2015**

## Contenido

RESUMEN EJECUTIVO .....	6
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO .....	3
SISTEMA DE INYECCIÓN DE GASOLINA K – JETRONIC .....	3
INYECCIÓN K- JETRONIC .....	3
INYECCIÓN MECÁNICA ELECTRÓNICA KE- JETRONIC .....	4
ADMISIÓN DE COMBUSTIBLE .....	4
DISTRIBUIDOR DE COMBUSTIBLE .....	6
ARRANQUE EN FRIO .....	8
ENRIQUECIMIENTO PARA LA FASE DE CALENTAMIENTO.....	9
VÁLVULA DE AIRE ADICIONAL.....	10
BOMBA DE COMBUSTIBLE .....	12
PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES .....	13
SONDA TÉRMICA DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE (NTC).....	14
ELEVACIÓN PARA EL ARRANQUE .....	16
ELEVACIÓN PARA POSTARRANQUE.....	17
CALENTAMIENTO.....	17
ENRIQUECIMIENTO DE MEZCLA PARA LA ACELERACIÓN .....	17

DESCONEXIÓN EN MARCHA POR EMPUJE:.....	19
ENRIQUECIMIENTO PARA PLENA CARGA .....	22
DISPOSITIVOS DE ARRANQUE.....	24
VÁLVULA DE ARRANQUE EN FRIO.....	24
INTERRUPTOR TÉRMICO DE TIEMPO .....	24
DISPOSITIVO DE RALENTÍ.....	25
REGISTRO DE AIRE ADICIONAL.....	25
MÉTODO .....	26
RESULTADOS .....	34
ANEXOS.....	40

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 .....	6
Figura 2 .....	8
Figura 3 Inyector de arranque en frio: Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft.....	9
Figura 4: Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft11	
Figura 5 Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft12	
Figura 6 :Diagrama de Fusible de protección contra sobretensiones.....	13
Figura 7 Sonda térmica o trompo de temperatura de refrigerante.....	14
Figura 8:Curva de funcionamiento de sonda térmica del refrigerante .....	14
Figura 9: Dispositivo de mando electrónico o ECU. ....	15
Figura 10:Cuadro de elevación para el arranque en frio. ....	16
Figura 11:Transmisor de la sonda volumétrica de aire. ....	18
Figura 12: Diagrama eléctrico de conexión del arranque. ....	19
Figura 13: Micro interruptor de desconexión en marcha por empuje .....	20
Figura 14:Diagrama eléctrico de desconexión de marcha por empuje. ....	21
Figura 15:Mando para enriquecimiento en plena carga. ....	22
Figura 16:Diagrama eléctrico de enriquecimiento en plena carga. Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft .....	23
Figura 17:Diagrama interno de inyector de arranque en frio,.....	24
Figura 18Diagrama del sensor de temperatura del refrigerante,.....	24
Figura 19:Valvula calefactada de relanti.....	25
Figura 20 .....	27
Figura 21 .....	28
Figura 22 .....	28
Figura 23 .....	29

Figura 24 .....	30
Figura 25 .....	30
Figura 26 Fuente Jorge Guzmán .....	31
Figura 27: fuente Jorge Guzmán .....	32
Figura28 Fuente :Jorge Guzmán .....	37
Figura29 Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft38	
Figura30:Automóvil Mercedes Benz año 80	
Jetronic <a href="http://www.spannerhead.com/2012/01/30/atomizing-fuel-continuous-injection/">http://www.spannerhead.com/2012/01/30/atomizing-fuel-continuous-injection/</a> ...	40
Figura 31: Esquema de un Sistema de Inyección K-	
<a href="http://www.aficionadosalamecanica.net/inyeccion-ke-jetronic.htm">http://www.aficionadosalamecanica.net/inyeccion-ke-jetronic.htm</a> .....	41
Figura 32: Dosificador de aire-combustible del sistema KE-Jetronic.....	41

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo se basa en la problemática de las necesidades de actualización de metodologías para la formación de los futuros ingenieros mecánicos automotrices y su eficaz profesionalización.

El trabajo documenta información teórica de la historia del sistema a inyección, como se incorporó en los avances automotrices, su funcionamiento e importancia en la actualidad.

Además se observa rápidamente la importancia de la utilización de metodologías didácticas para el fortalecimiento del proceso enseñanza-aprendizaje en todos los niveles educativos.

A partir de la propuesta teórica se propone implementar un Tablero Didáctico del Sistema de Inyección KE-Jetronic para beneficio de los estudiantes de Ingeniería Mecánica y se ofrece además un manual de utilización como complemento de estrategia didáctica e informática que contribuya a todos los miembros de la comunidad educativa.

## **ABSTRACT**

This work is based on the very important problem in the education of mechanic is based in needs updating methodologies for training of future auto mechanics and effective professional engineers .

The theoretical work documents history information injection system , as incorporated in automotive progress , its operation and importance today. Of course this investigation is based on the real importance of this estudy for mechanical engineers and all of the technical mechnic students.

Moreover quickly notes the importance of the use of teaching to strengthen the teaching-learning process in all levels of education methodologies.

From the theoretical proposal it intends to implement an Educational Board injection system KE- Jetronic for the benefit of students of Mechanical Engineering and also offers an instruction manual to supplement teaching strategy and information technology that contributes to all members educational community.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, contempla las necesidades didácticas, en la formación de los futuros ingenieros mecánicos automotrices, desde una perspectiva propositiva, mostrando una alternativa innovadora con la fabricación de un tablero didáctico del sistema de inyección KE JETRONIC, el cual promete responder a las necesidades educativas de las generaciones actuales y venideras.

Desde este planteamiento se intenta reforzar las metodologías educativas que se han venido practicando, frente a una sociedad actual con innovaciones radicales trazadas por el sistema educativo ecuatoriano de educación superior, como es la necesidad y la exigencia de adecuar los procesos de enseñanza y aprendizaje, a la auténtica realidad social y personal que viven los estudiantes.

En el ámbito ecuatoriano uno de los objetivos fundamentales, de la educación como parte primordial de la preparación del individuo y del plan del buen vivir y la matriz productiva del Ecuador, se debe ofrecer formación integral a los estudiantes en instituciones educativas, en la familia y la comunidad, para que estos logren desarrollar todas sus potencialidades y habilidades, fortaleciendo para ello el área pedagógica ejecutada por los distintos actores educativos, que promuevan experiencias de aprendizaje para facilitar su crecimiento y desarrollo integral armónico y equilibrado; en lo que se refiere a niveles de gestión art 24- 31 de la LOEI y el Plan Decenal de Educación 2006-2015 art 24 literal a, los lineamientos del plan del buen vivir; que lleva a los actores pedagógicos, escenarios y fines educativos hacia la innovación, la experimentación y al aprendizaje continuo en el marco de la sociedad de la información, impulsan a investigar un camino de formación integral verdadera que permita generar auténticos aprendizajes en los estudiantes.

Tomando en cuenta lo señalado, y desde una apreciación individual en la experiencia como estudiante, nace la alternativa de plasmar la teoría de los folletos de inyección mecánica, en una herramienta didáctica que permita al docente exponer las bases de los sistemas de inyección y al estudiante entender dicho funcionamiento mediante la experiencia vivencial.

Es importante subrayar que se optó por el sistema de inyección K-Jetronic, ya que este sistema es la raíz de los actuales de hoy en día, además al ser este sistema uno de los primeros en funcionar con mando electromecánico que vinieron en motores de antes y mediados de los años 90, no son muy conocidos.

El innovador sistema K-Jetronic aprovechaba de mejor manera el combustible que un carburador y fue implementado en vehículos de alta gama, además en aquella época el sistema fue netamente mecánico, para luego avanzar al electromecánico conocido como Ke-jetronic . Para que esta propuesta sea factible, se solicitó las respectivas recomendaciones del docente para que, desde su punto de vista, aporte con su experiencia pedagógica y las expectativas de aprendizaje en sus estudiantes.

La presente investigación pretende ser una importante aportación para la comunidad educativa, ya que a más de cumplir con un requisito de orden académico, se plantea un objetivo general y de él se desglosan objetivos específicos que darán cumplimiento con lo propuesto; lo mencionado se describe a continuación:

El presente trabajo tiene por objetivo general contribuir con la formación académica de las generaciones actuales y venideras, mediante la actualización de la estrategia metodológica para el proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema de Inyección mecánica como base para impartir los conocimientos de la inyección electrónica.

También tiene como complemento los siguientes objetivos específicos

- Fundamentar teóricamente, lo relacionado con los sistemas de inyección.

- Diseñar un tablero didáctico que simule el proceso de un sistema de inyección KE JETRONIC.
- Construir el tablero didáctico, que logre aprovechar todos los datos del sistema a inyección para producir información valiosa que se encuentre al alcance de quien la precise en el momento oportuno, ya sea el docente o el estudiante.
- Aportar con actualización didáctica del ejercicio de la docencia en la universidad

## MARCO TEÓRICO

### SISTEMA DE INYECCIÓN DE GASOLINA K – JETRONIC

#### INYECCIÓN K- JETRONIC

El sistema K-Jetronic debe su palabra a Kontinuerlich, que significa “continuo”.

Por tanto, el sistema K se denomina con frecuencia sistema de inyección continua (CIS).

Es un sistema mecánico que rocía continuamente combustible a través de los inyectores. El rocío de combustible es una relación mínima para proporcionar a cada cilindro la cantidad adecuada de aire combustible. Una característica importante, es que el control de la inyección se hace por medio de la acción hidráulica del combustible que pasa a través del sistema.

“Para localizar fácilmente las fallas del sistema, es necesario comprender dos tipos básicos de la hidráulica. (A) Las bombas no crean presión, solo suministran un volumen. Las restricciones deseadas y no deseadas en el sistema crean presión. (B) Cualquier restricción mantiene La presión contra corriente de la restricción y provoca que la presión disminuya más abajo. (Rueda, 2010, págs. 108-109)”

## **INYECCIÓN MECÁNICA ELECTRÓNICA KE- JETRONIC**

La Inyección mecánica KE-Jetronic, requiere para su funcionamiento de componentes esenciales, que garanticen que todo el proceso se articule de forma eficaz, por lo tanto se muestra cada parte:

Medidor de flujo de aire: el regulador de mezcla cumple dos funciones: medir el volumen de aire aspirado por el motor y dosificar la cantidad correspondiente de combustible, para conseguir una porción aire combustible adecuada. El medidor de flujo de aire, situado delante de la mariposa en el sistema de admisión, consta de un embudo de aire con un plato sonda móvil (mariposa del sensor placa) colocado en el nivel de diámetro más pequeño. Cuando el motor aspira el aire a través del embudo, el plato es aspirado hacia arriba o hacia abajo, y abandona su posición de reposo. Un sistema de palancas transmite el movimiento del plano a un émbolo de control que determina la cantidad de combustible que se va a inyectar. Al parar el motor, el plato sonda ( mariposa del sensor placa) vuelve a la posición neutra y descansa en un resorte de hoja (lámina) ajustable (en caso de que los platos sonda se desplacen hacia arriba).

“Para evitar dañar la sonda en caso de retornos de llama por el colector de admisión, el plato sonda puede oscilar en el sentido contrario, contra el resorte de hoja. (Lámina), hacia una sección más grande. Un amortiguador de goma limita su carrera. (Rueda, 2010, pág. 111)”

## **ADMISIÓN DE COMBUSTIBLE**

El distribuidor dosificador de combustible dosifica la cantidad necesaria de combustible y las distribuye a las válvulas de inyección. La cantidad de combustible cambia en función del aire aspirado por el motor. Un juego de palancas traduce la posición del plato sonda en una posición correspondiente el émbolo de control. Esta posición, en la cámara cilíndrica de lumbreras (orificios), determina la cantidad de combustible que se ha de inyectar.

## IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN KE-JETRONIC

5

Cuando el émbolo se levanta, aumenta la sección liberada en las lumbreras, y dejan pasar más combustible hacia las válvulas de presión diferencial, luego hacia las válvulas de inyección. Al movimiento hacia arriba del émbolo de control se opondrá la fuerza que proviene del circuito de presión de control. Esta presión de control está regulada por el regulador de la presión de control y sirve para asegurar que el émbolo de control copie siempre el movimiento del plato sonda sin que permanezca en posición alta, cuando el plato sonda vuelve a la posición de ralentí. Las válvulas de presión diferencial del distribuidor dosificador de combustible aseguran el mantenimiento de una caída de presión constante, entre los lados de entrada y de salida de las lumbreras. Esto significa que cualquier variación en la presión de línea del combustible o cualquier diferencia en la presión de apertura entre los inyectores, no puede afectar el control del flujo de combustible.





Figura 1

## **DISTRIBUIDOR DE COMBUSTIBLE**

El distribuidor de combustible en el sistema KE-Jetronic es el corazón. Se divide en cámara inferior y la superior, separadas por un diafragma que sella un orificio que sobresale de la parte de la cámara superior. Un resorte en la cámara superior aplica presión contra el diafragma haciéndole descender y abrir el orificio cuando las presiones son iguales en las dos cámaras (inferior y superior). El par de cámaras se denomina regulador diferencial de presión y a cada cilindro del motor le corresponde una.

El diafragma es de acero inoxidable delgado que separa las cámaras entre sí, proporciona un sello para los orificios de la válvula de inyectores y corta así el combustible cuando este no debe fluir a los inyectores. Junto con las cámaras superior e inferior, el diafragma crea presión diferencial de los reguladores.

## IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN KE-JETRONIC

7

El cilindro de control y la leva se asientan en un orificio (lumbreira) largo en el centro de distribución del combustible.

Cuando no entra aire al motor, la placa del medidor del flujo de aire se encuentra en posición de reposo. La leva mantiene el combustible entre las cámaras inferiores para evitar el paso hacia las cámaras superiores.

El resultado es que por la presión de las cámaras superiores, el diafragma es forzado a dirigirse hacia arriba, sellando los orificios de las válvulas del inyector.





Figura 2

Cuando el aire entra al motor, la placa del medidor del flujo de aire levanta la leva de control y el combustible fluye de las cámaras inferiores a las superiores. El resultado es que la presión de las cámaras inferiores y superiores son iguales y el diafragma se inclina hacia abajo, abriendo el orificio de la válvula del inyector y permitiendo el paso de combustible (Rueda, 2010, pág. 113)

### ARRANQUE EN FRÍO

Al arrancar en frío el motor necesita más combustible para compensar las pérdidas debidas a las condensaciones en las paredes frías del cilindro y de los tubos de admisión. Para compensar esta pérdida y facilitar el arranque en frío, en el colector de admisión se ha instalado un inyector de arranque en frío, el cual inyecta gasolina adicional durante la fase de arranque. El inyector de arranque en frío se abre al activarse el devanado de un electro imán que se aloja en su interior. El interruptor térmico temporizado limita el tiempo de inyección de la válvula de arranque en frío, de acuerdo con la temperatura del motor. A fin de limitar la duración máxima de

inyección del inyector de arranque en frío, el interruptor térmico temporizado va provisto de un pequeño elemento caldeable, que se activa cuando se pone en marcha el motor de arranque.

El elemento caldeable calienta una tira de bimetetal que se dobla debido al calor y abre un par de contactos; así corta la corriente que va al inyector de arranque en frío.

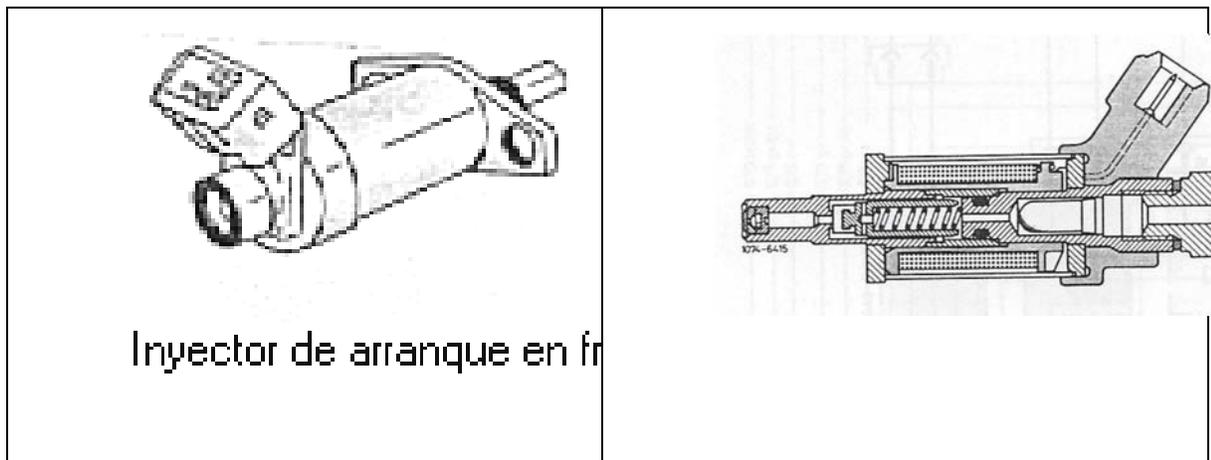


Figura 3 Inyector de arranque en frío: Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

## ENRIQUECIMIENTO PARA LA FASE DE CALENTAMIENTO

Mientras el motor se va calentando después de hacer arrancado en frío, hay que compensar la gasolina que se condensa en las paredes frías de los cilindros y de los tubos de admisión. Durante la fase de calentamiento se enriquece la mezcla aire-combustible, pero es preciso reducir progresivamente este enriquecimiento a medida que se calienta el motor, para evitar una mezcla demasiado rica. Para controlar la mezcla durante la fase de la presión de control. Una reducción de la presión de control hace disminuir la fuerza opuesta en el medidor de aire, lo que permite sí que le plato suba más en el embudo, y deje pasar más combustible por las

lumbreras (orificios). En el interior del regulador una válvula de membrana es controlada por un resorte (muelle) helicoidal, a cuya fuerza se opone un resorte de bimetálico. Si el motor está frío, el resorte bimetálico disminuye la fuerza que ejerce sobre la válvula, la cual a su vez disminuye la presión de control. Un pequeño elemento caldeable, que se encuentra cerca del resorte de bimetálico, se activa cuando funciona el motor de arranque. El calor hace disminuir la fuerza que ejerce el resorte de bimetálico, por lo tanto el resorte helicoidal ejerce más fuerza sobre la válvula de membrana, lo que hace aumentar la presión de control. El regulador de la fase de calentamiento también se calienta por la acción del motor, lo cual produce el mismo efecto que el elemento caldeable, es decir, reduce el efecto del resorte de bimetálico y mantiene la presión de control a su nivel normal.

Para los motores concebidos para funcionar a carga parcial con mezclas aire-combustible muy pobre, se ha perfeccionado el regulador de la fase de calentamiento con un empalme de depresión hacia el colector de admisión. Esto permite al regulador de la fase de calentamiento ejercer una presión de control reducida, con la correspondiente mezcla aire-combustible más pobre, cuando el motor funciona a plena carga. En este estado de servicio el acelerador está totalmente abierto y la depresión del colector es muy débil. El efecto combinado de una segunda válvula de membrana y de un resorte helicoidal es, reducir el efecto de la válvula de membrana de control de presión, la cual a su vez reduce la presión de control.

### **VÁLVULA DE AIRE ADICIONAL**

Las resistencias por rozamiento del motor frío hacen necesario aumentar el flujo de aire-combustible mientras el motor se calienta. Esto permite mantener un régimen de ralentí estable. La válvula de aire adicional se encarga de aumentar el flujo de aire en el motor, mientras que el acelerador continúa en posición de ralentí, la válvula de aire adicional abre un conducto en bypass con la mariposa; como todo el aire que entra pasa por el medidor de flujo de aire, el plato sube y deja pasar una cantidad de combustible proporcional por los orificios del distribuidor-dosificador de combustible.

Una tira de bimetetal controla el funcionamiento de la válvula de aire adicional, al regular la sección de apertura del conducto de derivación. Al arrancar en frío queda libre una sección mayor que se va reduciendo a medida que aumenta la temperatura del motor hasta que finalmente, se cierra. Alrededor de la tira de bimetetal hay un pequeño elemento caldeable que se conecta cuando el motor entra en funcionamiento. De este modo se controla el tiempo de apertura y el dispositivo no funciona si el motor está caliente, porque la tira recibe la temperatura del motor.

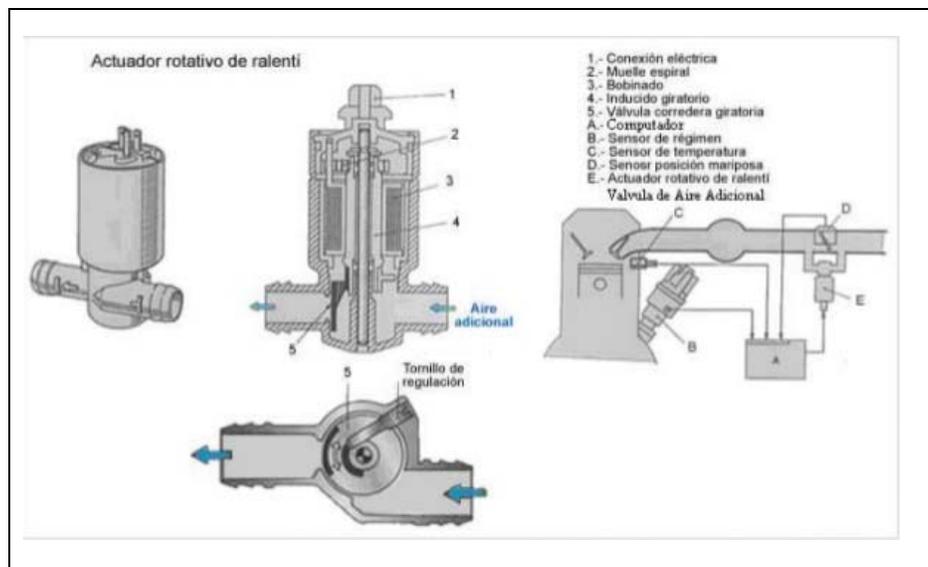


Figura 4: Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

## BOMBA DE COMBUSTIBLE

El sistema de alimentación suministra bajo presión la cantidad exacta de combustible necesaria para el motor en cada estado de funcionamiento. Una bomba circular de rodillos accionada eléctricamente aspira el combustible desde el depósito y lo conduce bajo presión a través de un acumulador de presión y un filtro.

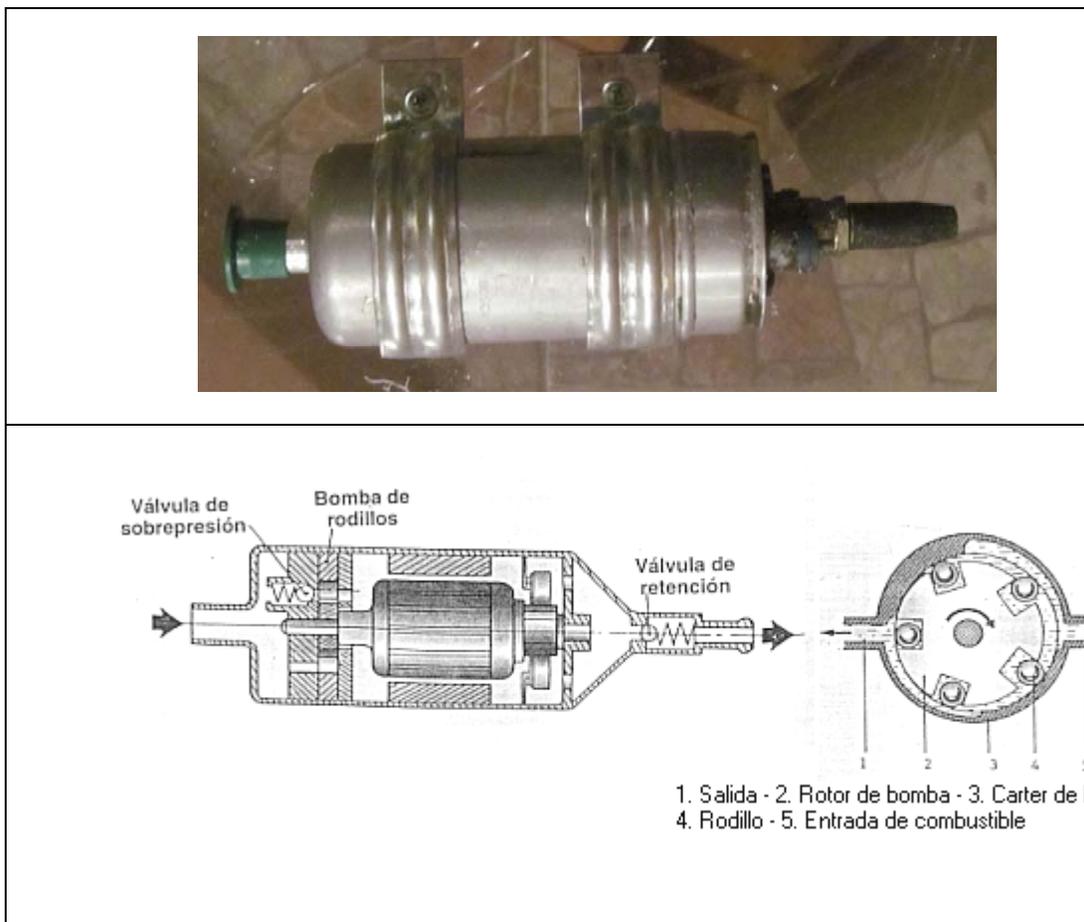


Figura 5 Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

### PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Va dispuesta en el compartimento de grupos, a la izquierda, en el sentido de marcha; protege los dispositivos de mando electrónico. El fusible de 10 A va montado en el lado superior de la protección contra sobretensiones

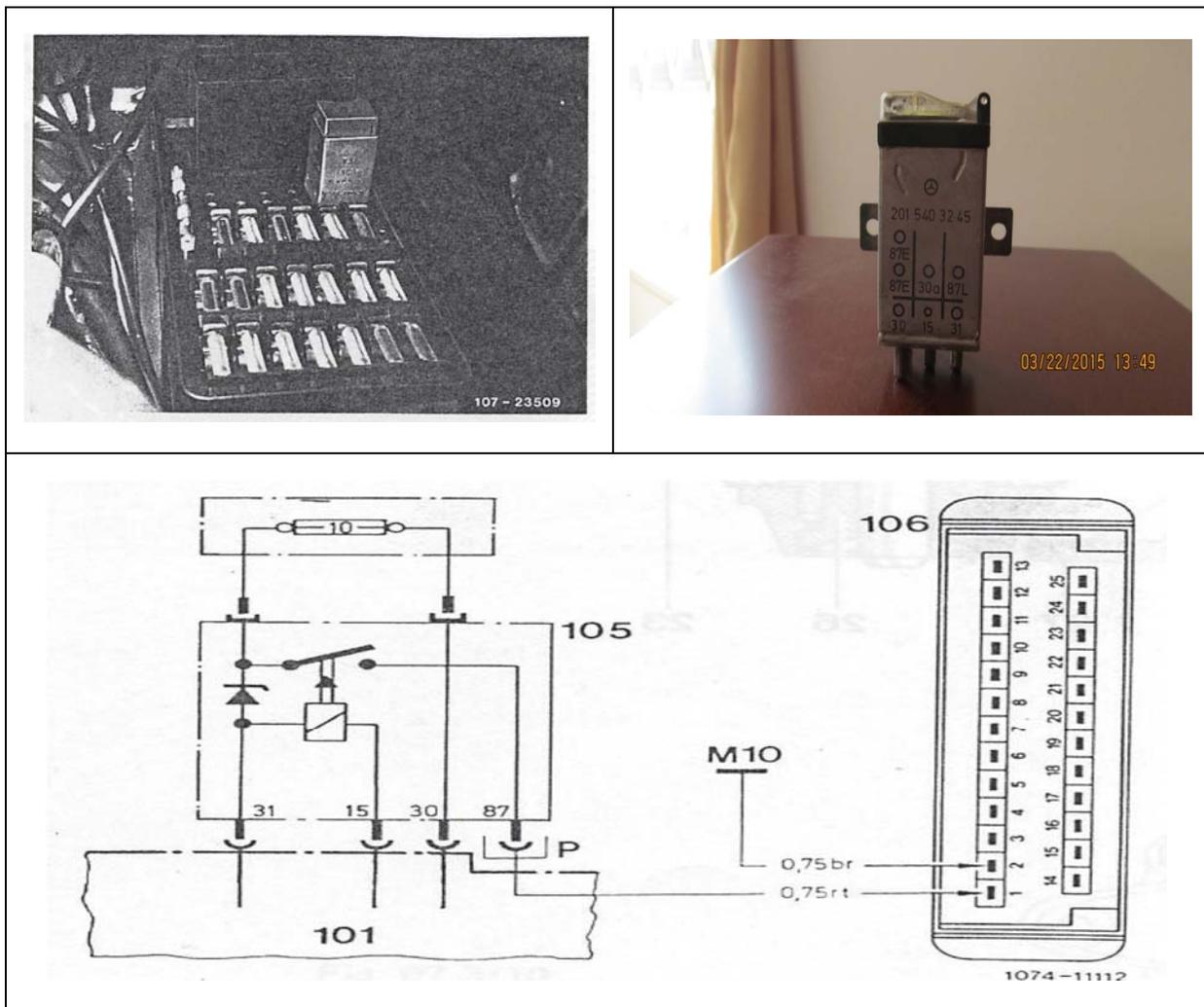


Figura 6 : Diagrama de Fusible de protección contra sobretensiones.

Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

### SONDA TÉRMICA DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE (NTC)

La temperatura del líquido refrigerante es registrada por una sonda térmica (flecha), es mandada por el dispositivo de mando electrónico. La resistencia de la sonda térmica del líquido refrigerante varía en función de la temperatura del motor.



Figura 7 Sonda térmica o trompo de temperatura de refrigerante.

Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler Benz Aktiengesellschaft

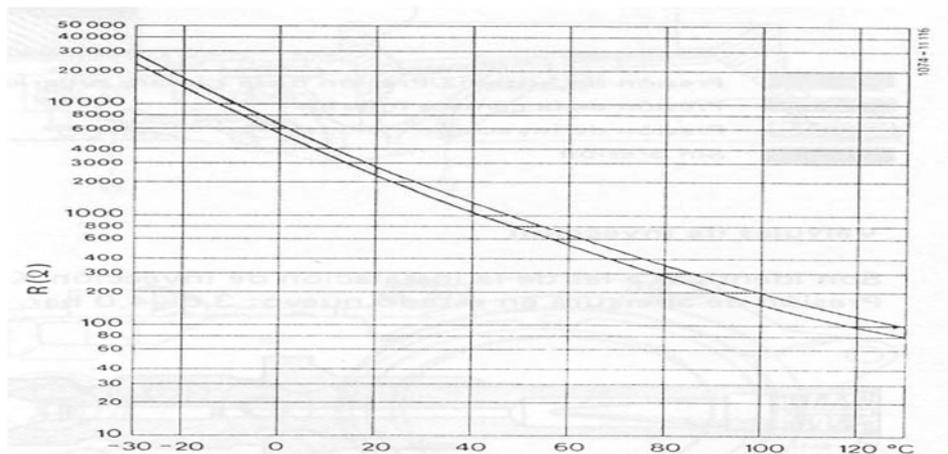


Figura 8: Curva de funcionamiento de sonda térmica del refrigerante, manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler Benz Aktiengesellschaft.

## DISPOSITIVO DE MANDO ELECTRÓNICO

Va dispuesto en el compartimento de grupos, a la derecha, en el sentido de marcha, fijado a la pared frontal.

Para la evacuación del calor hay un escape de aire (107). La temperatura ambiente no deberá sobrepasar los +85°C.

En el lado superior va dispuesto el enchufe de 25 polos. Sujeto por una abrazadera elástica.

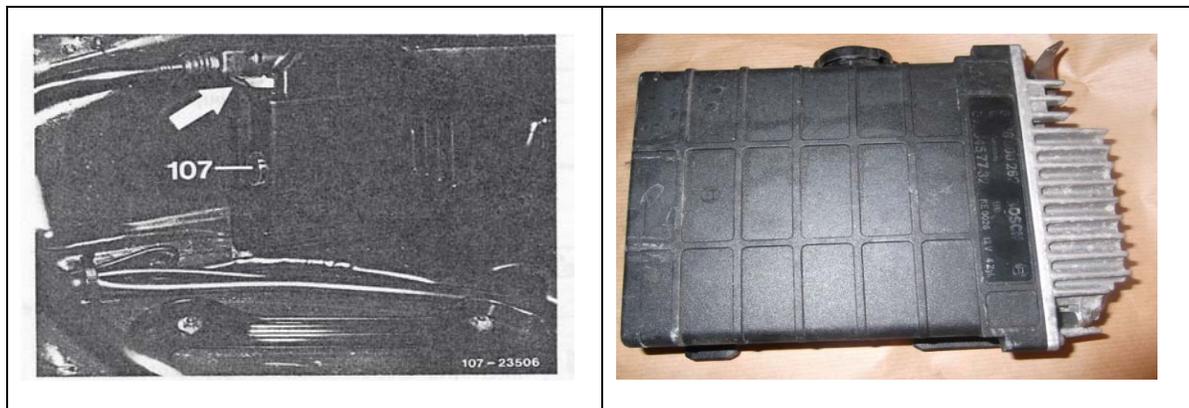


Figura 9: Dispositivo de mando electrónico o ECU.

Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

## SEÑALES RECIBIDAS POR LA ECU:

- Impulso de arranque, borne 50 (elevación para arranque)
- Finalización del proceso de arranque (elevación para postarranque)
- Impulso TD (numero de revoluciones del motor)
- Temperatura del liquido refrigerante (sonda NTC)
- Posición y movimiento del plato sonda (velocidad de aceleración)
- Señal de plena carga (interruptor de mariposa)

- Señal de relanti (micro interruptor)

Las señales son transformadas en las correspondientes magnitudes de corriente y transmitidas al elemento de ajuste electrohidráulico.

### ELEVACIÓN PARA EL ARRANQUE

Al efectuarse el proceso de arranque, la elevación para arranque es accionada a través del borne 50. El volumen del enriquecimiento depende de la temperatura del líquido refrigerante. Un elemento temporizador regula el enriquecimiento de mezcla ajustándolo al valor básico de calentamiento, en función de la temperatura, mas la elevación para post arranque.

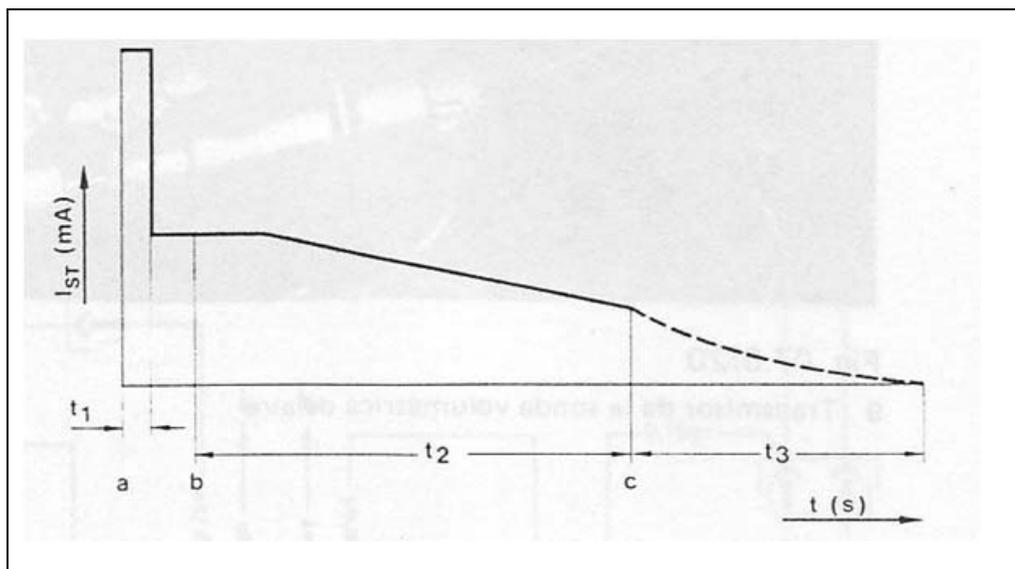


Figura 10:Cuadro de elevación para el arranque en frío.

Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft.

.t1 tiempo de limitación, elevación para arranque.

a Arranque

.t2 Tiempo de limitación después de la elevación del postarranque.

b Fin de arranque comienzo de la limitación elevación del postarranque.

.t3 Tiempo de limitación, enriquecimiento

c Elevación limitadora para postarranque de mezcla durante la fase de calentamiento.

## **ELEVACIÓN PARA POSTARRANQUE**

Estabiliza el comportamiento continuo después del arranque. El fin del proceso de arranque es el comienzo de la elevación para el postarranque. El enriquecimiento de mezcla se rige, entonces, por el valor de calentamiento en función de la temperatura. La magnitud y la duración del enriquecimiento dependen de la temperatura del líquido refrigerante.

### **CALENTAMIENTO**

El enriquecimiento de combustible está en función de la temperatura del líquido refrigerante. Cuando más baja sea la temperatura del líquido refrigerante, tanta más alta será la corriente en el elemento de ajuste y el enriquecimiento de combustible. A temperatura de servicio, la corriente en el elemento de ajuste es de aprox. 0Ma

### **ENRIQUECIMIENTO DE MEZCLA PARA LA ACELERACIÓN**

Solo es eficaz hasta aprox. +80°C de temperatura del liquido refrigerante. El volumen del enriquecimiento depende de:

- Temperatura del líquido refrigerante.
- Velocidad de apertura del plato sonda.
- Recorrido de apertura del plato sonda.

Mando de transmisor, con tensión estabilizada de aprox. 8 voltios a través del borne 18. Al acelerar, a una señal de salida (tensión) al dispositivo de mando, de acuerdo con la posición del plato sonda. En la fase de calentamiento, el enriquecimiento para la aceleración se da solo como un impulso. Este impulso es conectado adicionalmente al valor de corriente momentáneo

.A medida que aumenta la temperatura del líquido refrigerante va disminuyendo el enriquecimiento para la aceleración.

Nota: Con el micro interruptor cerrado (pedal acelerador, no accionado) no funciona el enriquecimiento de mezcla para la aceleración.

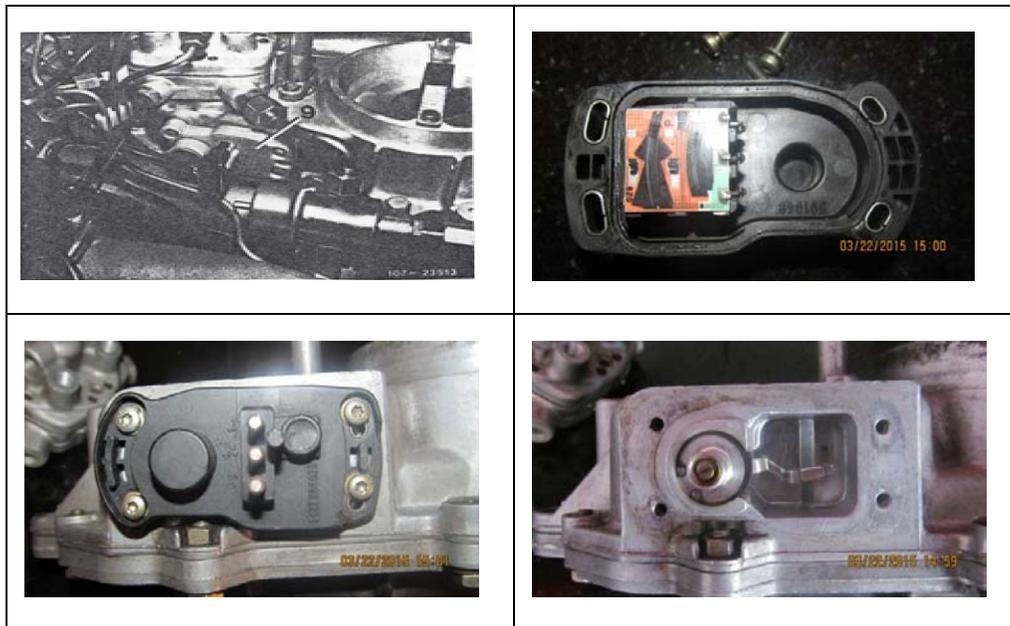


Figura 11: Transmisor de la sonda volumétrica de aire.

Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler Benz Aktiengesellschaft

Fuente Jorge Guzmán

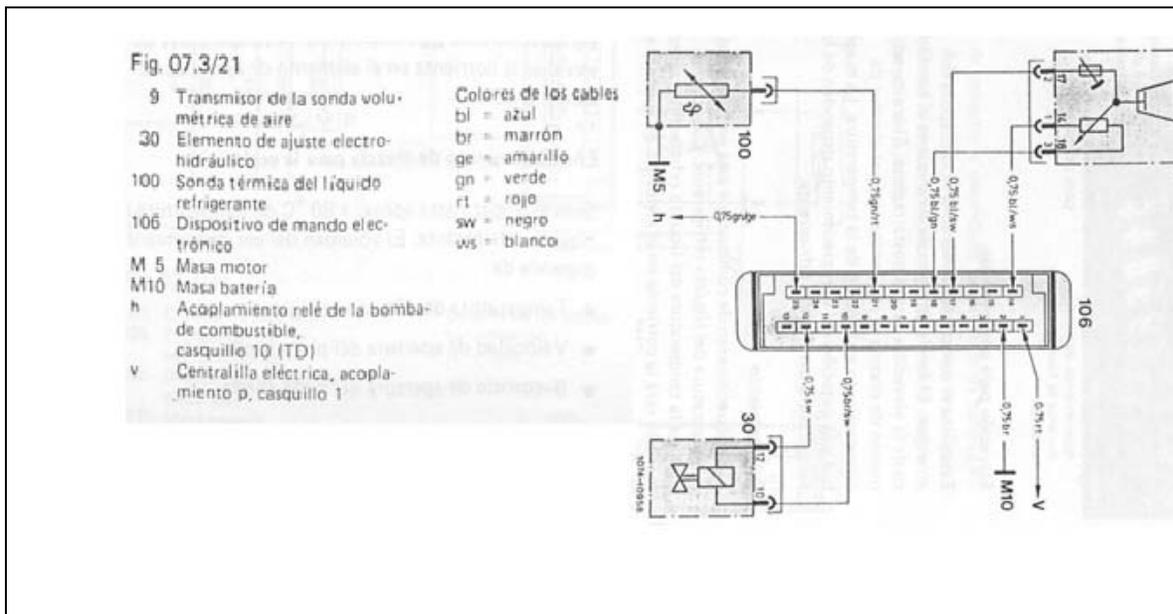


Figura 12: Diagrama eléctrico de conexión del arranque.

Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

### DESCONEXIÓN EN MARCHA POR EMPUJE:

Funciona en los siguientes casos:

- Numero de revoluciones del motor  $> 1700/\text{min}$  a temperatura de servicio
- Servicio de marcha por empuje (pedal acelerador, no accionado).

El micro interruptor es mandado por el dispositivo de mando con una señal de tensión constante (aprox. 8 voltios durante la marcha por empuje, el micro interruptor cierra el circuito de corriente al dispositivo de mando. El número de revoluciones para que entre en acción la desconexión en marcha por empuje depende de la temperatura del líquido refrigerante.

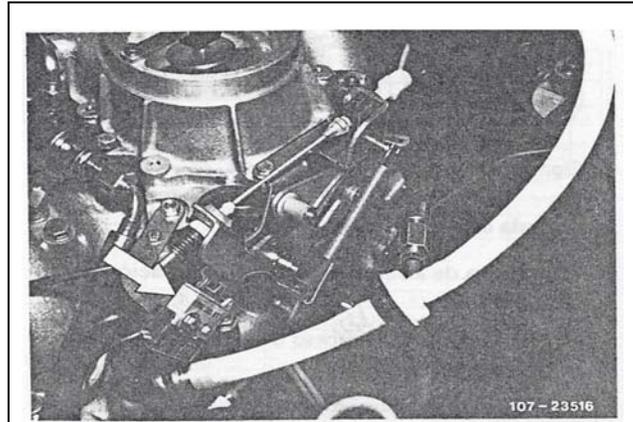


Figura 13: Micro interruptor de desconexión en marcha por empuje

.Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

Con el motor a temperatura de servicio, es de unas 1700 r.p.m La combustión vuelve a funcionar aproximadamente a 1300 r.p.m. Si durante la marcha, a temperatura de servicio, no sobrepasan las 1700r.p.m., no entra en acción la desconexión en marcha por empuje.

Al accionar el pedal acelerador, el micro interruptor abre ya antes de la acción de la mariposa de gases, y se interrumpe la desconexión en marcha por empuje, antes de que llegue a abrir la mariposa de gases. Así se evita el golpe de conexión.

Las señales del dispositivo de mando hacen que en el elemento de ajuste tenga lugar un cambio del sentido de la corriente.

La placa de la válvula del elemento de ajuste abre, y la presión en la cámara inferior aumenta en aprox. 0,4 bar. La presión y la fuerza de muelle oprimen la membrana contra los taladros de alimentación de las válvulas de inyección. Así se interrumpe la afluencia de combustible.

**Nota:** En servicio Tempomant (control crucero), no funciona la desconexión en marcha por empuje.

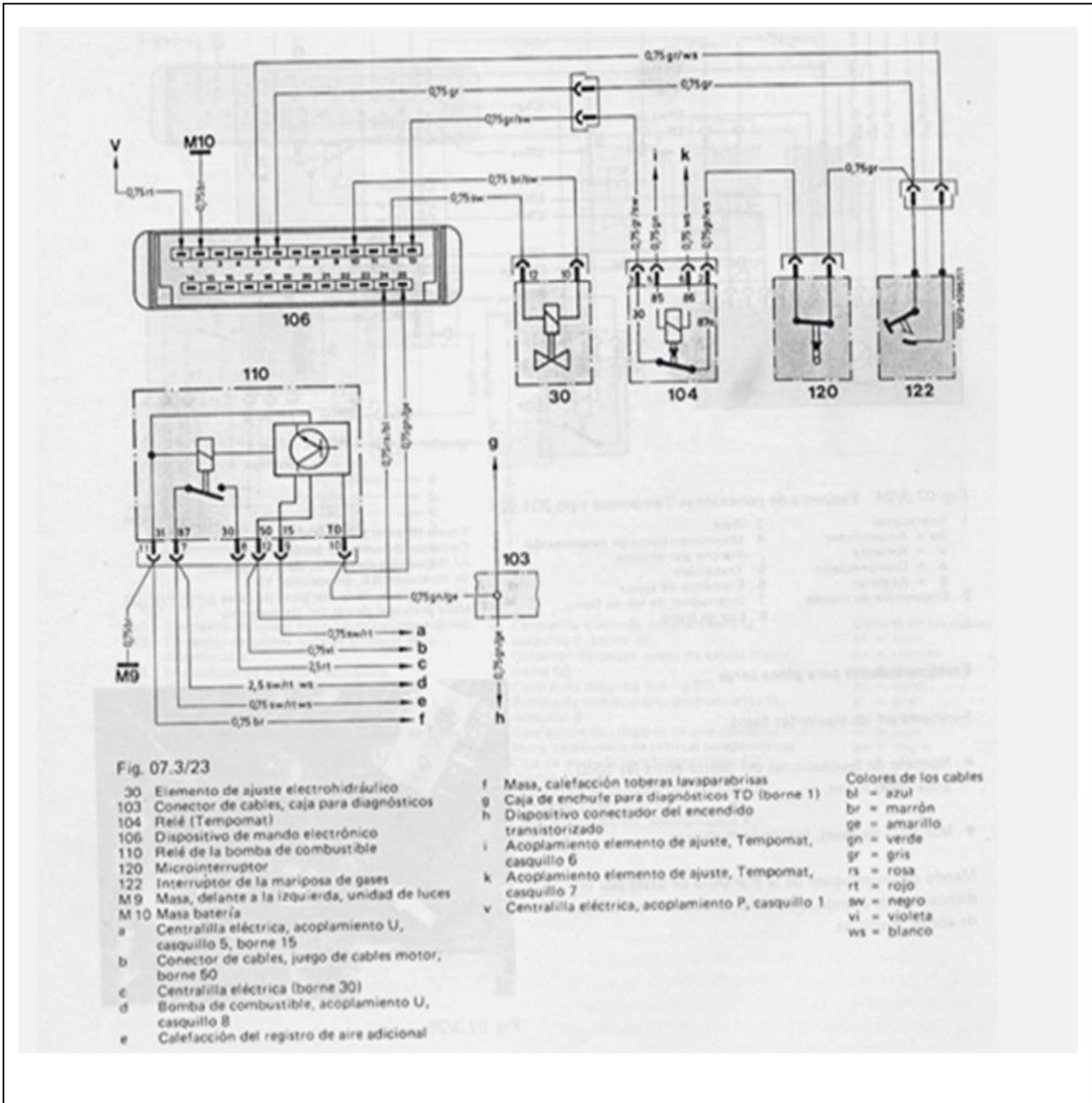


Figura 14: Diagrama eléctrico de desconexión de marcha por empuje.

Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

## ENRIQUECIMIENTO PARA PLENA CARGA

Funciona en los siguientes casos:

- Numero de revoluciones del motor entre las 1000 y las 2800 r.p.m.
- Mariposa de gases, totalmente abierta.

Mando del interruptor de la mariposa de gases por el dispositivo de mando, con señal de tensión constante de aprox. 8 voltios.

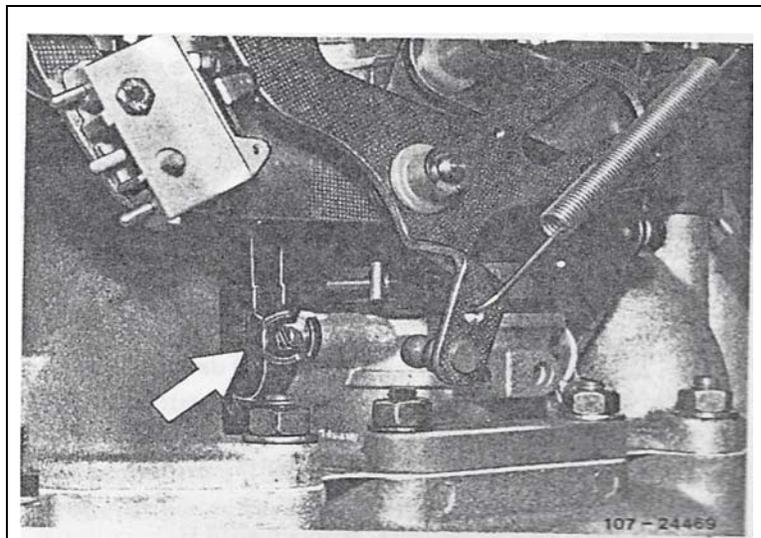


Figura 15: Mando para enriquecimiento en plena carga.

Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

Con la mariposa de gases totalmente abierta (interruptor de mariposa cerrado), en la gama de revoluciones entre 1000/min y 2800/min, el dispositivo de mando envía una corriente de 7 mA como máximo al elemento de ajuste electrohidráulico. La presión de la cámara inferior desciende por valor de aprox. 0,05 bar.

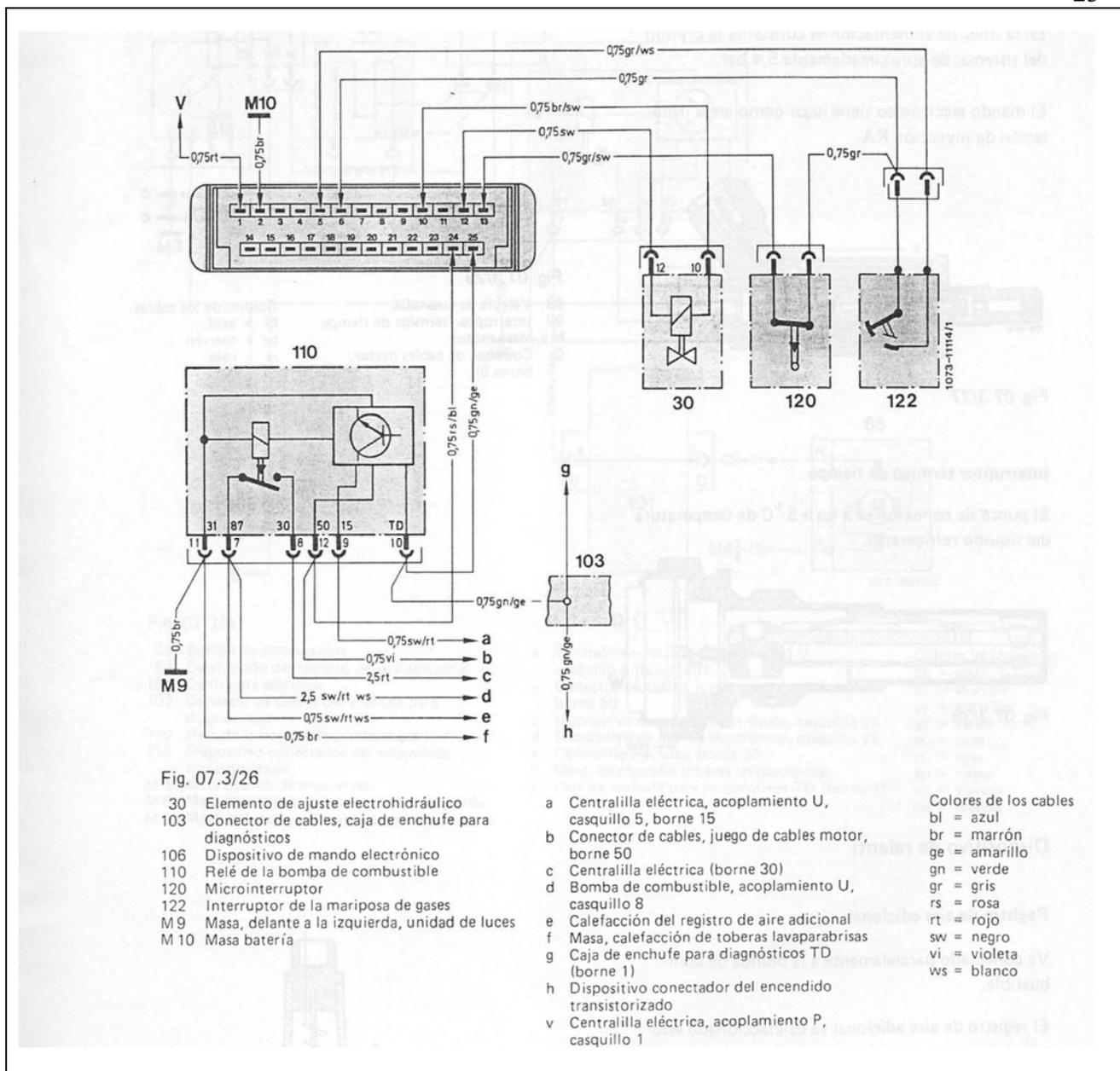


Figura 16: Diagrama eléctrico de enriquecimiento en plena carga. Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

## DISPOSITIVOS DE ARRANQUE

### VÁLVULA DE ARRANQUE EN FRÍO

Es un inyector que funciona en conjunto con el sensor de temperatura del refrigerante, el trabajo que realiza este es enriquecer la mezcla aire combustible hasta que el motor llegue a temperatura de trabajo. En la línea de alimentación es constante la presión del sistema, de aproximadamente 5,4 bar.

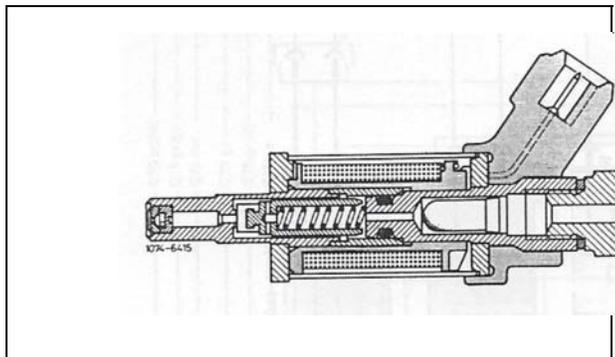


Figura 17: Diagrama interno de inyector de arranque en frío,  
Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

### INTERRUPTOR TÉRMICO DE TIEMPO

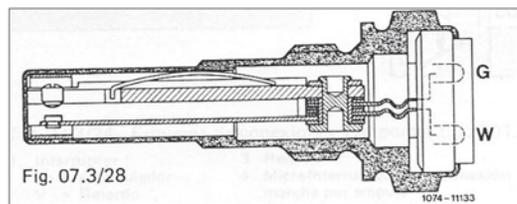


Figura 18 Diagrama del sensor de temperatura del refrigerante,  
Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

Este interruptor trabaja en conjunto con la inyección ya que este censa la temperatura del refrigerante al momento de arrancar.

El punto de conexión es de los +5°C de temperatura del liquido refrigerante

## DISPOSITIVO DE RALENTÍ

### REGISTRO DE AIRE ADICIONAL

Va conectado paralelamente a la bomba de combustible. El registro de aire adicional va calefaccionado eléctricamente.

En el registro de aire adicional, un diafragma (4), que es accionado por una lamina bimetálica (2), manda la sección transversal de la tubería de circunvalación. La sección transversal de apertura de dicho diafragma se regula de tal modo que, al arrancar en frio, la sección transversal abierta es mayor, y a medida que aumenta la temperatura del motor va empequeñeciéndose hasta cerrarse. Es admisible una pequeña cantidad de fuga.

**Nota:** La válvula de arranque, el interruptor térmico de tiempo y el registro de aire adicional van exclusivamente adaptados al motor 102.961, de modo que no pueden remplazarse por ninguna otra ejecución.

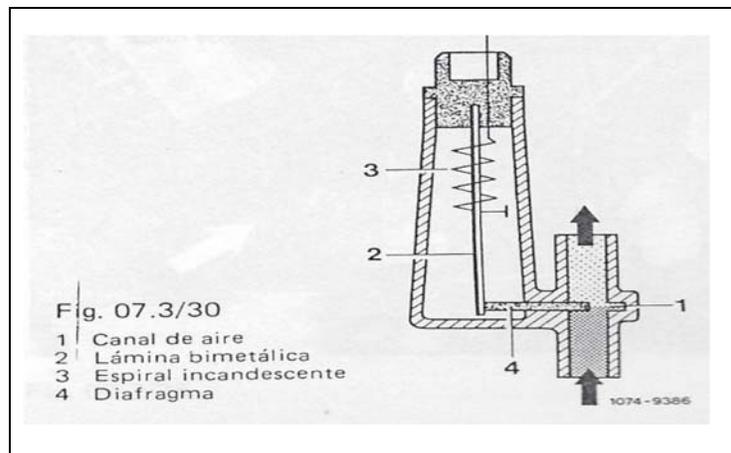


Figura 19: Válvula calefactada de relanti.

Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

## **MÉTODO**

A continuación se explica detalladamente cómo se desarrolla el proyecto de fin de carrera. Teniendo en cuenta que esta tesis consta de dos partes, teórica y práctica de la misma: la elaboración de las prácticas de laboratorio. Cada uno es un tema distinto por lo cual debemos tomarlos por separado.

### **Desarrollo:**

Para la construcción del tablero didáctico para el estudio del sistema de inyección KE-JETRONIC se tomo en cuenta los recursos necesarios para la elaboración del tablero

Como primer paso se realiza la búsqueda del vehículo donante el cual es un Mercedes Benz 190e motor 102 que cuente con las piezas necesarias para el proyecto es decir que el sistema de inyección este completo y su computadora no este sulfatada .

Se procede a desarmar el sistema de inyección con cuidado ya que algunos elementos de este son delicados de manipular y por el año del motor son de difícil acceso .

Debemos tener en cuenta que el arnés de cables original no se puede reutilizar ya que esta en muy mal estado así que procederemos a montar el cableado nuevo basándonos en el diagrama eléctrico del vehículo

## IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN KE-JETRONIC

27

Una vez desmontadas todas las piezas necesarias para el tablero procedemos a realizar una limpieza y comprobar su funcionamiento ya realizado el desmontaje y limpieza procedemos a tomar medidas para armar el tablero que tiene 1.20m de área y se construye una estructura metálica y en este se instala un tablero de acrílico de las mismas dimensiones , donde se montan los elementos que conforman el sistema de inyección KE JETRONIC .



Figura 20

## IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN KE-JETRONIC

28

El ensamblaje o montaje se realiza tomando en cuenta la posición original de los elementos, Es decir desde abajo hacia arriba empezamos con el tanque de combustible el cual va montado en la estructura de hierro , una ves realizado esto montamos la bomba de combustible la cual generara la presión necesaria para el sistema .



Figura 21

Hay que tomar en cuenta que se instala un medidor de glicerina de 0 a 4 bares para poder monitorear la presión de la bomba hasta el punto antes de llegar al distribuidor de combustible .

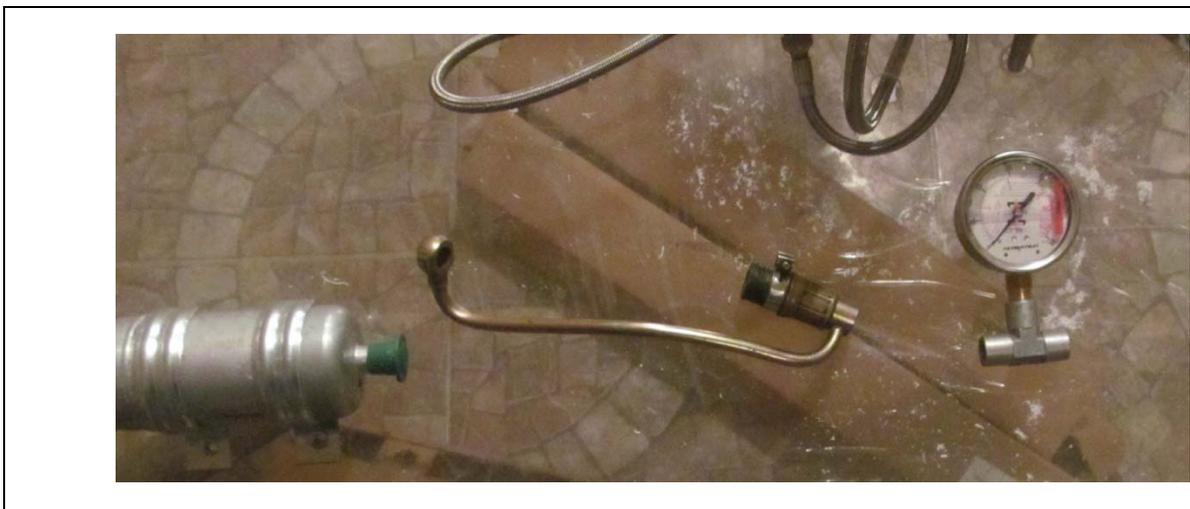


Figura 22

Una vez instalado el medidor se procede a cortar el acrílico para montar el plato zonda con el distribuido de combustible , se toma las medias desde el distribuidor de combustible hacia la parte superior del tablero donde se instalan los inyectores para hacer las conexiones con manguera acerada ya que esta da una mejor presentación al tablero .

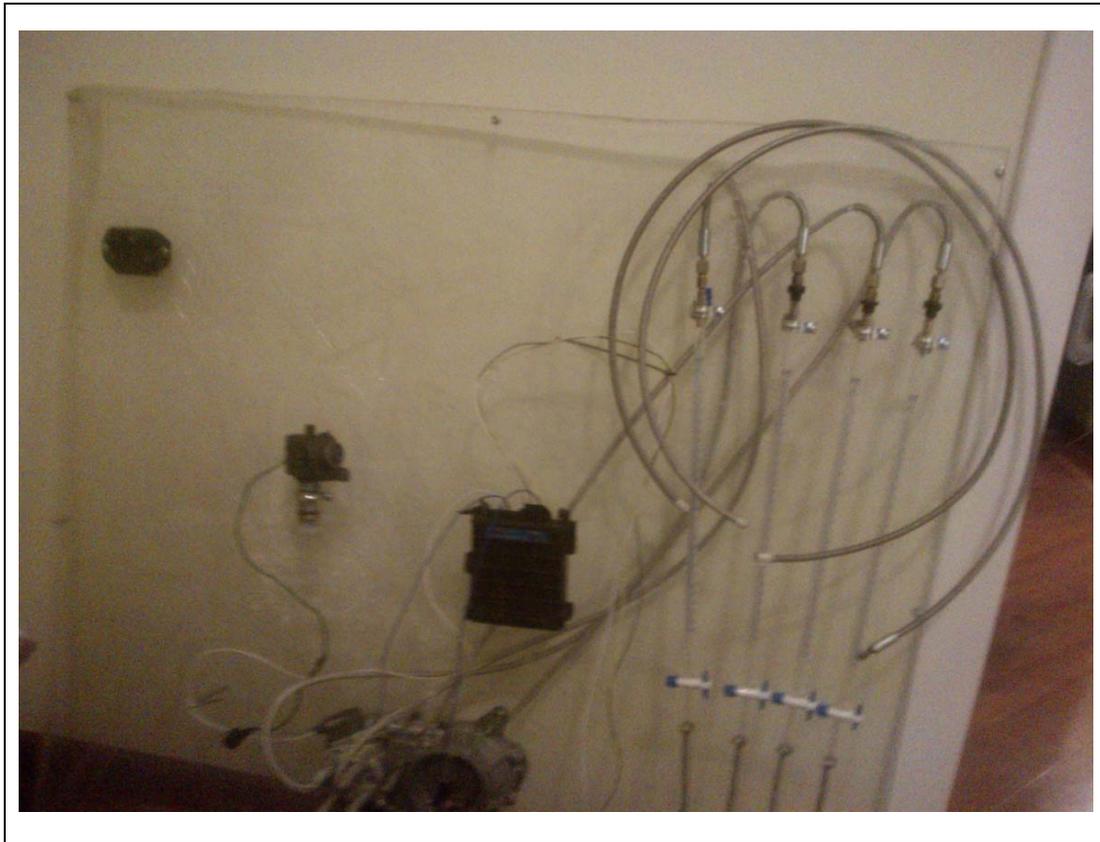


Figura 23

Una vez hechos los cortes se instalan unas probetas de 25 cm cúbicos que servirán para medir la cantidad de combustible dosificada por los inyectores a la vez se instala un sistema de retorno de combustible directo al tanque.



Figura 24

Se instala un segundo medidor de presión de glicerina de 0 a 60 psi para poder censar el combustible dosificado en el distribuidor de combustible.

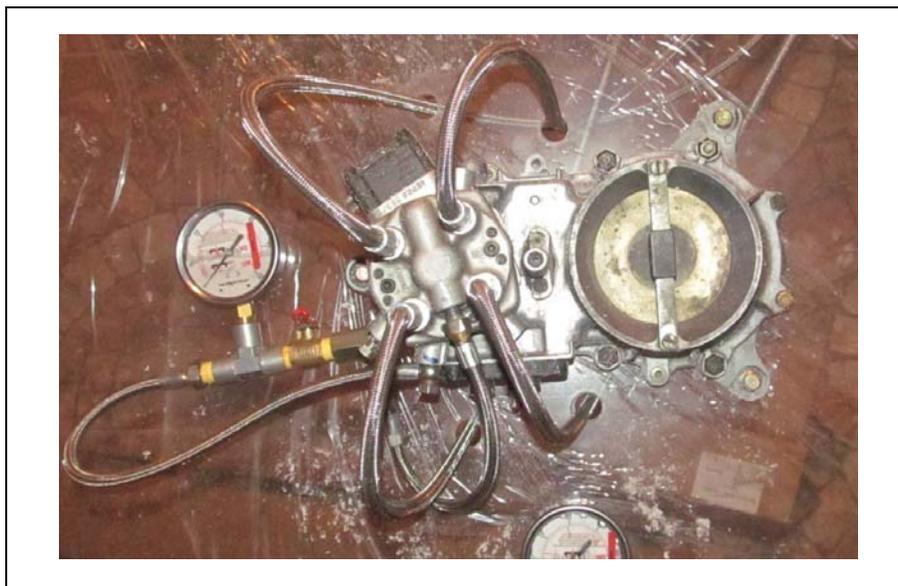


Figura 25

# IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN KE-JETRONIC

Se procede a instalar los elementos eléctricos y electrónicos del sistema tales como la Ecu relé de sobre voltaje , distribuidor , bobina , modulo de encendido electrónico , relé de la bomba de combustible, trompo de temperatura de refrigerante motor para accionar distribuidor bujías y tubos de acrílico .

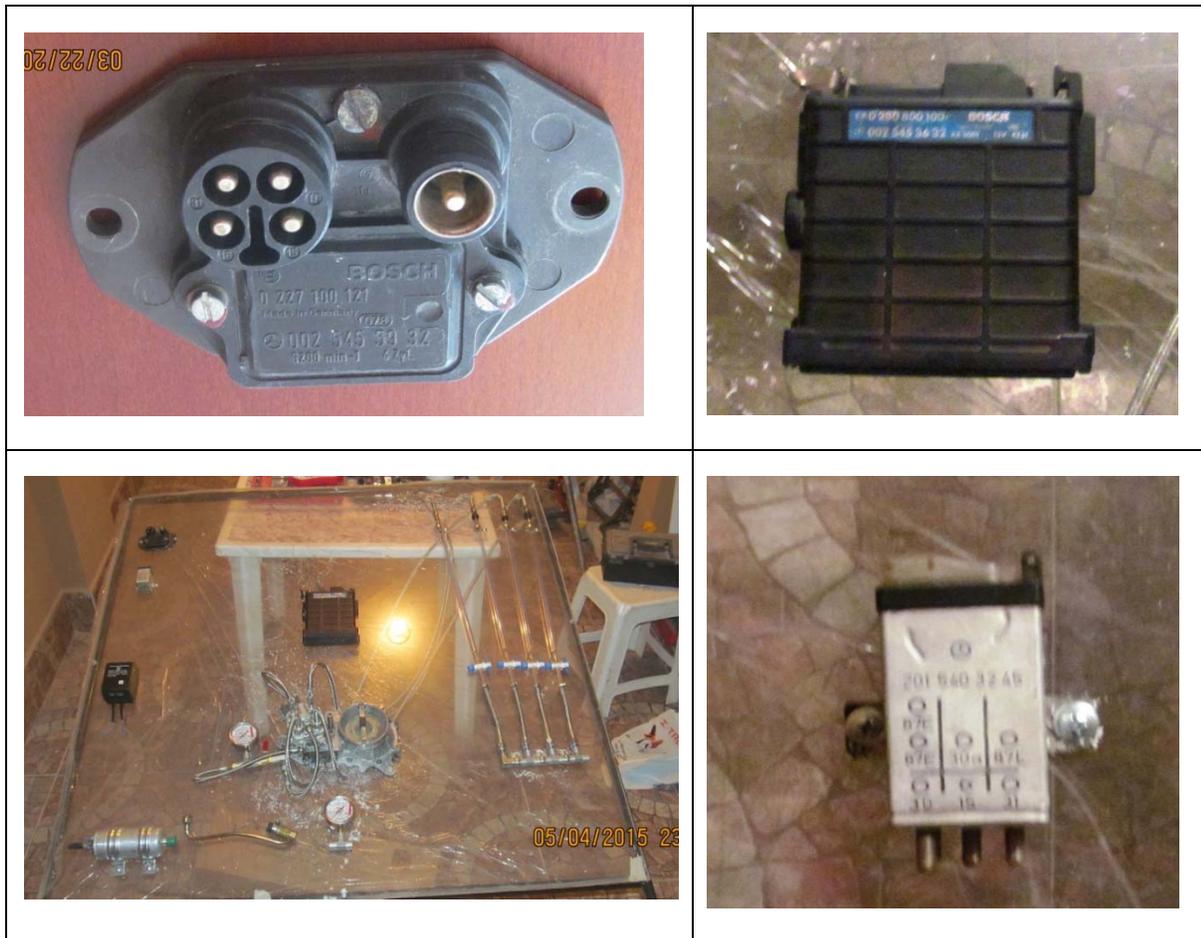


Figura 26 Fuente Jorge Guzmán

Para simular los tiempos de encendido del motor adaptamos un servo de 110V con un piñón para lograr el movimiento del distribuidor a esto se le adiciona cables de bujías y la conexión al modulo de encendido electrónico

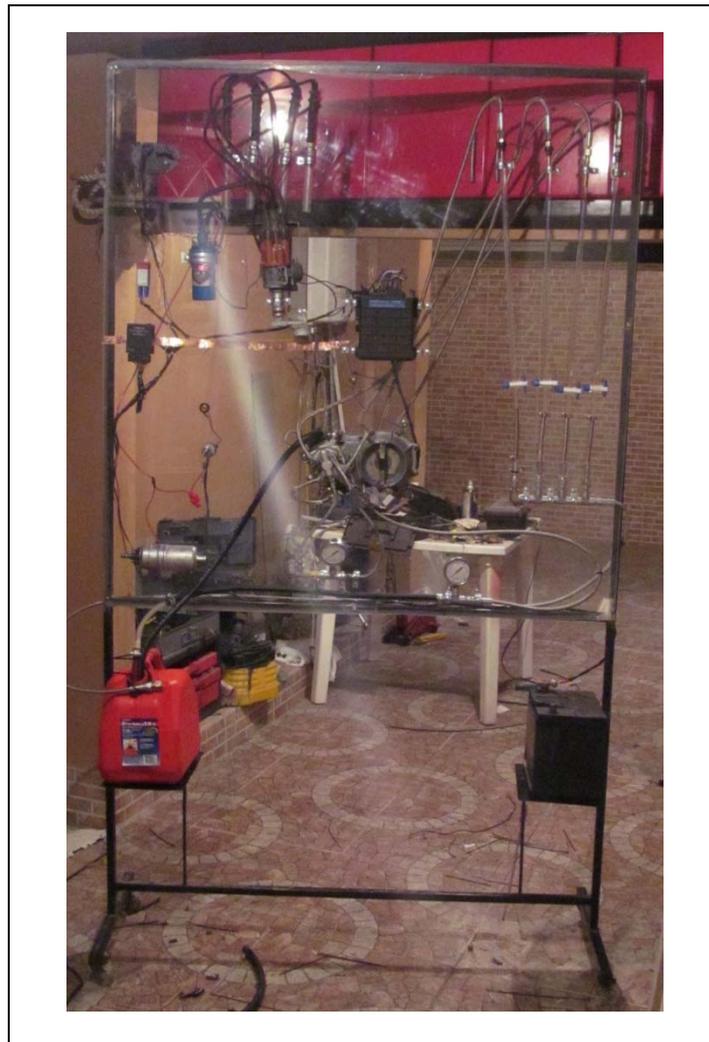


Figura 27: fuente Jorge Guzmán

## IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN KE-JETRONIC

33

Para conectar el sistema eléctrico del tablero nos guiamos en el diagrama eléctrico que encontramos en el manual de taller de mercedes benz tomando en cuenta que algunos de los relees que funcionan en conjunto con algunos accesorios del auto esto va a afectar en el pulverizado del combustible una vez realizadas las conexiones usamos la estructura metálica del tablero como una masa de carrocería para la conexión de tierra.



Se monta una batería de auto de 12 v o full equipo para energizar el tablero ya que los elementos trabajan bajo estas condiciones de manera normal

Para mejor funcionamiento se adiciona un switch de arranque para que se pueda encender y apagar el tablero de manera normal como si fuese un auto . para accionar el plato zonda se tiene que hacer de manera manual ya que los elementos o varillaje de aceleración no se encontraban en el vehículo donante

## **RESULTADOS**

Uno de los principios fundamentales de la didáctica en la educación se encuentra constituida por la aproximación de lo abstracto a lo concreto. La presente investigación busca fundamentar este conocimiento en los estudiantes de ingeniería mecánica y carreras técnicas asociadas. La Implementación de un tablero didáctico para el estudio del sistema de inyección ke-jetronic, sustenta de manera importante la capacidad de reconocimiento de cada uno de sus elementos y funcionalidad para su estudio. Establece cada uno de los pasos para la construcción de un sistema de inyección, pero además sustenta el uso de cada uno de sus elementos. De esta manera el estudiante construye el conocimiento a partir de la aproximación de lo abstracto a lo concreto. La importancia de la manipulación de los objetos en la educación se sustenta en la capacidad de abstraer conceptos generales y transformarlos en ideas consientes, con sustento y aplicación.

Un ejemplo muy importante por tanto es el estudio del sistema de inyección ke jetronic, el mismo fundamenta varios de los conceptos y los sustenta dentro de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

## RESULTADOS OBTENIDOS

Los inyectores son probados en banco eléctrico mecánico para probar la presión de apertura de cada uno y estos al ser usados se abren a 3,2 bares lo cual es aceptable ya que el mínimo requerido para que estén averiados es de 3,0 bares

En las pruebas de carga se logra obtener los siguientes resultados

En carga baja o relanti se logra obtener 6 mml por segundo

En carga media o al 50% del acelerador se obtiene 15 mml por segundo

En carga alta o con el 100% de acelerador se obtiene 200 mml por segundo

Estos valores no son exactos ya que algunos sensores dependen de la temperatura del refrigerante y ortos del vacío que genera el motor para su perfecto funcionamiento

Al realizar la prueba de la bomba de combustible la conectamos en directo y procedemos a tomar el tiempo de llenado en 40 segundos como lo recomienda el fabricante lo cual es alrededor de un litro la cantidad de flujo de la bomba de combustible, voltaje de trabajo de la bomba es de 11.5 a 12 v y su consumo es de 7 amperios

La presión general del sistema varia entre 5,3 y 5,5 bares para verificar esta presión tomamos en cuenta el medido de presión de combustible dosificado que se encuentra instalado en el tablero ,

## DISCUSIÓN

A partir del desarrollo del tablero de inyección, podemos entender que es de real importancia, en el método educativo que el maestro utilice la práctica de lo abstracto a lo concreto, ya que mediante este tipo de procesos se fortalece el aprendizaje.

El estudio del sistema de inyección Ke Jetronic es muy amplio, pero específicamente se centra en su sistema de inyección que incorporó los avances automotrices.

Un sistema de inyección común no es calibrado, debido a que el sistema recibe una presión específica proveniente de la bomba de presión que pasa a través del dosificador

Un problema de funcionamiento que pueda tener un inyector, es por ejemplo que exista más retorno que entrega debido a una fuga, provocando que el vehículo no encienda, es por esto que a través del comprobador de inyectores se realiza una comparación entre el fluido de entrega y el fluido de retorno y así analizar si el inyector está en buenas condiciones.

Los elementos básicos y específicos que componen el sistema de inyección Ke-jetronic común está equipado de un relé que permite dar las señales (TD) o rpm desde el computador, es decir el relé recibe los pulsos desde el modulo a el sensor del palto sonda; para que el inyector pueda cumplir su función también está el manómetro, el cual da la presión real necesaria para la circulación del combustible y la apertura del inyector; el módulo o relé necesita de energía para su funcionamiento y esto sucede con la fuente de poder que también ayuda con el cambio de

## IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN KE-JETRONIC

37

voltaje debido a que no todos los componentes funcionan con el mismo voltaje, a su vez con 5V, el microcontrolador y los condensadores hacen el módulo entregue 5 y 12V que hacen necesarios para el funcionamiento de los sensores del plato sonda

Y finalmente para la comparación de entrega y retorno del inyector se tiene el recipiente métrico del fluido que a través de sus medidas 130-150 cm cúbicos - sirve para comparar y analizar si el inyector está en buen funcionamiento o tiene algún daño.



Figura28 Fuente :Jorge Guzmán

FLUJO GRAMA DEL PROYECTO

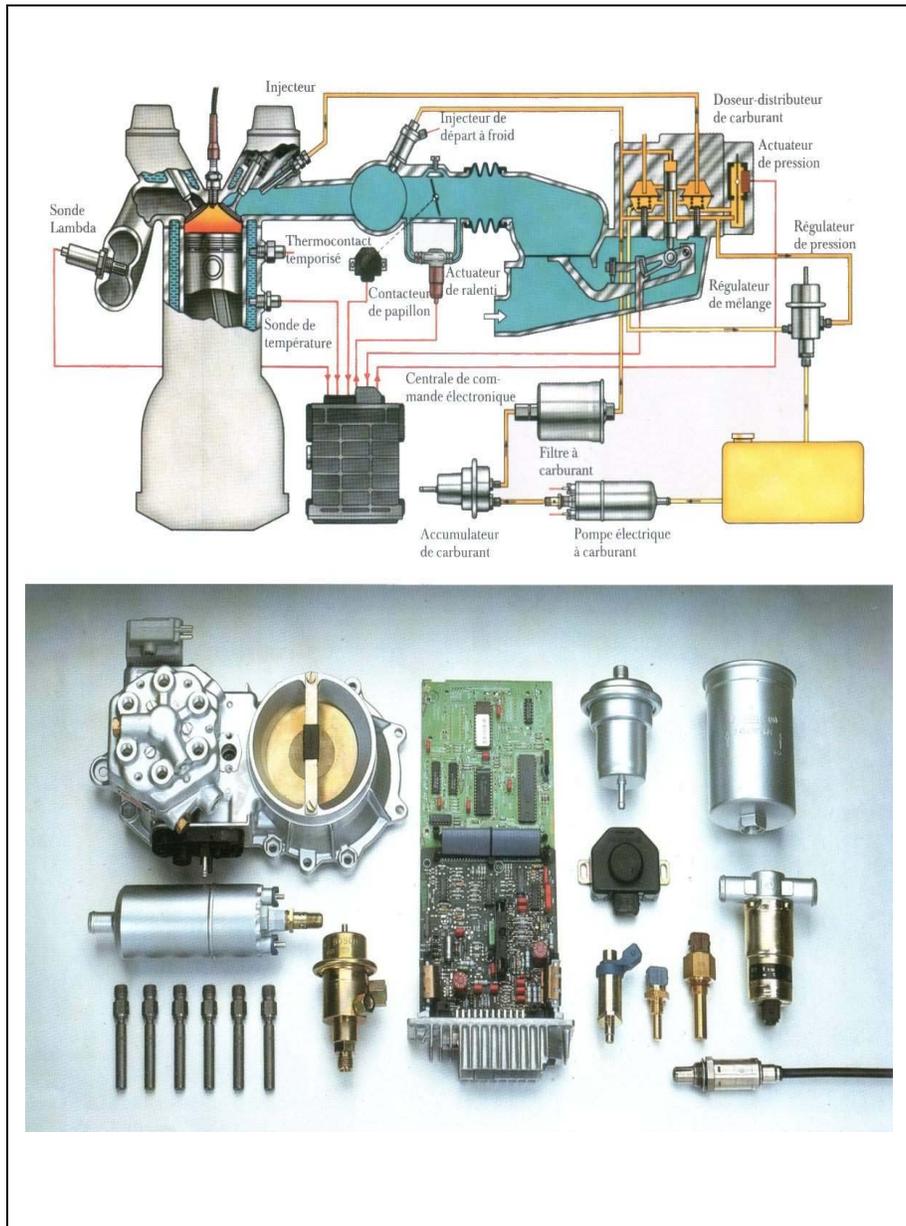


Figura29 Manual de taller de Inyección KE motores 102 Daimler benz Aktiengesellschaft

*BIBLIOGRAFÍA*

1. CODESIS. *Manual de mecánica y electrónica automotriz*. Barcelona : Reverté .
2. Haynes. (s.f.). *Manual de Electricidad Automotriz*. Recuperado el 02 de 12 de 2014, de Serie de Libros técnicos Haynes : <http://www.manualesdemecanica.com/manuales/func-startdown/484/>
3. López, J. A. (s.f.). “*APUNTES DE ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ I*” UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA . Recuperado el 28 de 11 de 2014, de <http://148.202.105.18/webcucsur/sites/default/files/APUNTES%20DE%20ELECTONICA%20AUTOMOTRIZ%20I.pdf>
4. *Manual Técnico de Fuel Inyection*2010ColombiaDiseli
5. República, P. d. (2011). *Ley organica de educación intercultural*. En P. d. República, *Ley organica de educación intercultural*. Quito
6. <http://www.aficionadosalamecanica.net/inyeccion-ke-jetronic.htm>
7. [www.catalogobosch.com/...es/Inyección/Sistemas\\_de\\_Inyección.pdf](http://www.catalogobosch.com/...es/Inyección/Sistemas_de_Inyección.pdf).

**ANEXOS**

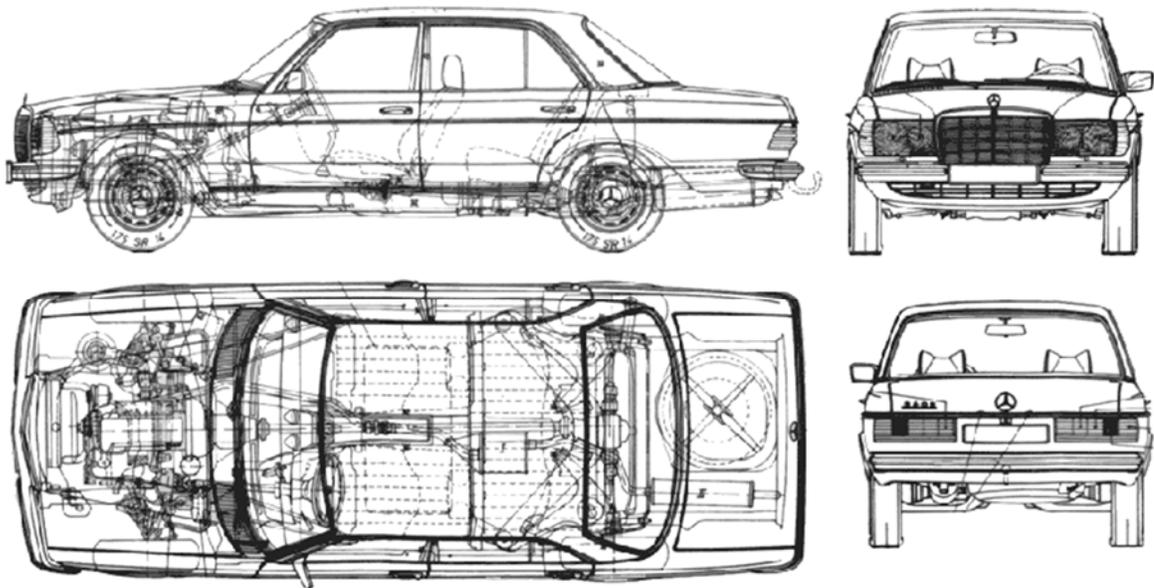


Figura30:Automóvil Mercedes Benz año 80  
Jetronic<http://www.spannerhead.com/2012/01/30/atomizing-fuel-continuous-injection/>.

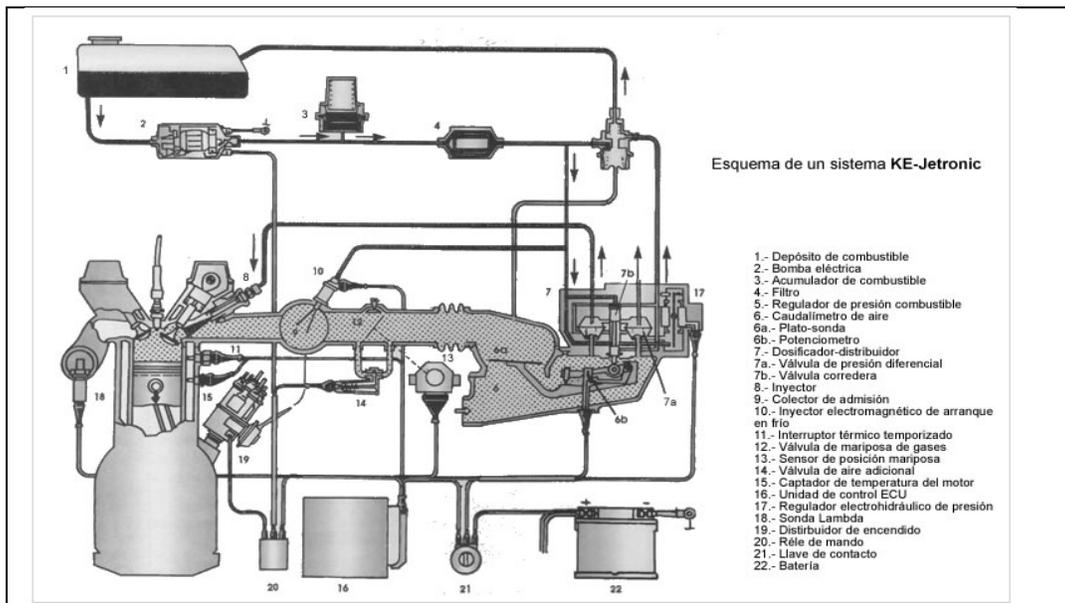


Figura 31: Esquema de un Sistema de Inyección K-  
<http://www.aficionadosalamecanica.net/inyeccion-ke-jetronic.htm>

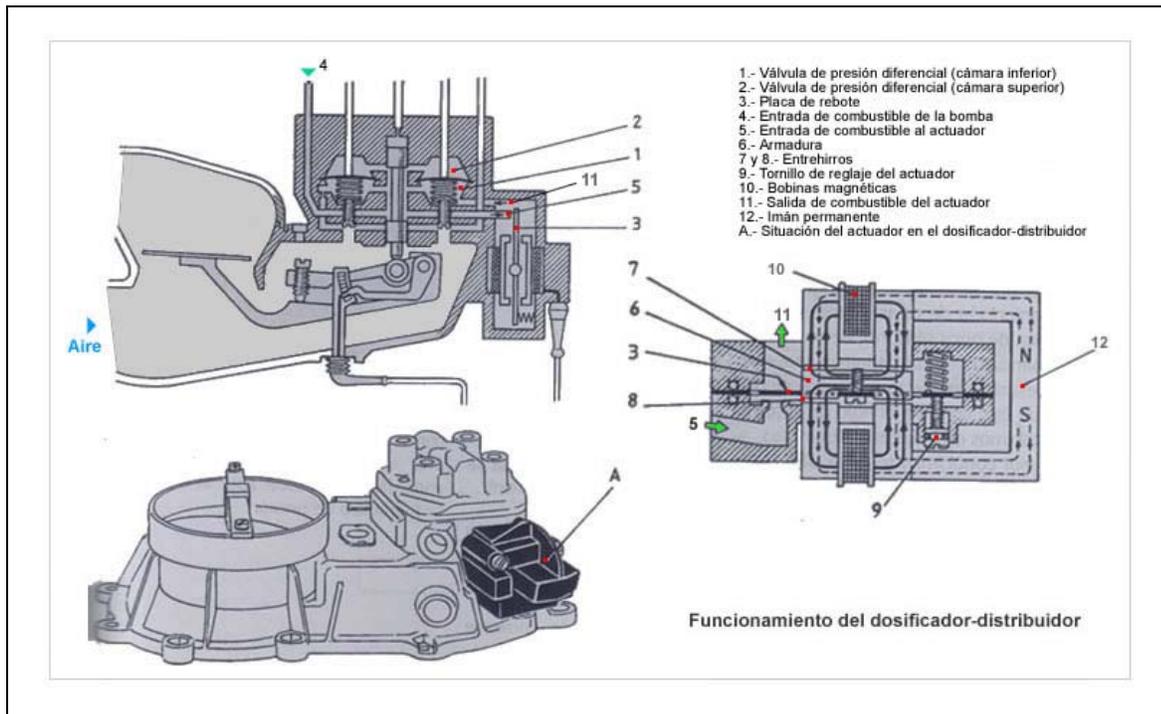


Figura 32: Dosificador de aire-combustible del sistema KE-  
 Jetronic <http://www.aficionadosalamecanica.net/inyeccion-ke-jetronic.htm>