



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

**MANTENIMIENTO Y  
REPARACIÓN DE MOTORES  
DE FUEL INYECCIÓN  
EN MODELOS 2000**

Del 10 al 22 de Noviembre del 2003

***APUNTES GENERALES***

CI - 325

Instructor: Ing. Francisco Macias Ortega  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
NOVIEMBRE DEL 2003

# **SISTEMAS DE INYECCION EN MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA**

## **MODULO I**

### **PRINCIPIOS DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCION A GASOLINA**

#### **IDENTIFICACION DE LOS COMPONENTES EN EL MOTOR**

La descripción de los componentes principales del sistema de inyección a gasolina en un motor de cuatro tiempos en su ciclo termodinámico.

El sistema de inyección a gasolina, procede del sistema utilizado del carburador en que su concepto básico, es un elemento conformado en el vacío presentado en el recorrido de los pistones en su carrera de absorción, y en esta condición el aire del medio ambiente tiene un recorrido al filtro, y posteriormente al carburador, en un concepto de diseño definido, que permite contener una determinada cantidad de combustible disponible a hacer arrastrado por conductos por el aire absorbido, y ya en una mezcla predeterminada que permitirá la combustión en los tiempos requeridos en la cámara de combustión.

El sistema de inyección a gasolina, la absorción del aire necesario para la combustión presenta el recorrido del aire del medio ambiente al filtro correspondiente, y de este a su vez, y previa medidas de control en cuanto a la cuantificación de la cantidad de aire necesario, se recibirá a cada una de las cámaras de combustión del motor en los tiempos propios del motor.

Del sistema de carburador y el sistema de inyección de gasolina en esta última, el aire y el combustible llegan en forma independiente y no en la mezcla del carburador.

La llegada en forma independiente del aire y el combustible a la cámara de combustión en las cantidades, tiempos y presiones adecuadas permitirán una combustión confiable para la operación óptima del motor de combustión interna a gasolina.

El sistema de inyección a gasolina a permitido obtener una máxima eficiencia de la gasolina y mayores rendimiento en kilómetros recorrido por litro de gasolina, una combustión mas completa y por consiguiente mayor limpieza de gases residuales en el escape que permitirán una mayor confiabilidad en el entorno ecológico, así como también motores con mayor potencia y revoluciones en función del consumo de gasolina.

Componentes de un sistema de inyección Le-Jetronic de la marca Bosh instalado en un motor Peugeot Mod. 505 Fig. 1

1. Cuadralimetro
2. UEC unida electrónica de control
3. Rampa de alimentación de inyectores
4. Inyectores
5. Regulador de presión
6. Caja de contactar de mariposa
7. Sonda de temperatura
8. Caja de aire adicional
9. Caja de reles
- 10 Estrella de masa general
- 11.-Caja de corte en deceleración
- 12.-Conector de la UEC.

Cuadralimetro: Mide la cantidad de aire necesario par ala combustión.

U.E.C.:Unidad eléctrica de control; contiene los programas reoperación , recibe la señalización para condiciones dadas de iniciación y operación, así como indica las mediciones operativas del motor.

Rampa de alimentación

De inyectores: Contiene el combustible suministrado por la electro bomba en cantidad, presión y disponible a ser conducido a los inyectores en al apertura de los mismos a la cámara de combustión

Inyectores: Son toberas que contiene el combustible en a alta presión, permitiendo en su apertura en tiempo definido a su atomización.

Regulador de

Presión: Dispositivo que permite obtener una presión constante en la rampa de alimentación.

Caja de  
Contactor

De la

Mariposa: Corresponde a la señalización electrónica del acelerador

Sonda de

Temperatura: Mide la temperatura del motor para la operación satisfactoria.

Caja de aire

Adicional: Apertura adicional de suministro de aire en condiciones de arranque del motor.

Caja de reles: Control eléctrico del arranque, electro bomba y cuadalimetro.

Estrella de masa

General: Corresponde a la señalización para la cantidad e aire.

Caja de corte

en

Deceleración: Control al disminuir la aceleración.

Conector de

La U.E.C.: Dispositivo electrónico de conexión.

Otros componentes del sistema de inyección L-JETRONIC no identificados en el dibujo serian:

Deposito de combustible: como su nombre lo indica, contiene la gasolina necesaria para determinado kilometraje a recorrer en la normatividad del vehículo.

Electro bomba: Funciona como fuente de energía eléctrica, puede ser sumergible o de succión, genera el gasto y la presión necesaria.

Filtro de gasolina: De alta densidad, instalado después de la bomba.

Distribuidor de encendido: Distribuye la corriente detenida a las bujías en un orden de encendido.

Batería: fuente de energía de todas las instalaciones del vehículo.

Llave de contacto: Actúa como la primera intención de arranque del motor y proporciona la energía necesaria en el control del sistema de inyección.

Contactores de resistencia

Del caudalimetro: Señalización de la cantidad necesaria de aire acorde a la aceleración indicada.

Termo interruptor de temperatura: Señalización de la temperatura al inicio de la operación en el arranque en frío.

Sonda lambda: Señalización de los gases escape.

Mariposa de acelerador: Desplazamiento físico del acelerado.

## **BASE DEL PROGRAMA DE IDENTIFICACION DE FALLAS.**

El sistema de inyección a gasolina esta compuesto en su parte principal en la unidad electrónica de control UEC, perceptores y emisores de señalización llamados sensores y mecanismos que propician el control operativo del motor.

El sistema de control esta basado en la captación de una información física transformada, a una información electrónica, que será el conducto de información de la UEC tanto en su recepción y emisión de información.

Para la identificaron de fallas en un sistema de inyección a gasolina es necesario destacar que los elementos mecánicos que hacen funcionar el vehículo en primera parte, no tiene los desgastes que pudieran establecer una dualidad de diagnostico con el sistema de inyección.

Los elemento mecánicos de referencia serian: El conjunto motor, embrague, transmisión y en un momento las flechas motrices; así como también elementos complementaros del motor: motor de arranque y lo sistemas de lubricación, enfriamiento, eléctrico y de aire. En sus distintas tecnológicas y de diseño individual de marca y modelo del vehículo.

La señalización de los sensores colocados estratégicamente en el entorno del motor de combustión interna; así como los componentes que dan funcionalidad al concepto de ingeniería previsto en el sistema de inyección a gasolina.

La operación del motor con el sistema de inyección a gasolina se tiene distintas señalizaciones acordes a los regimen de operación del motor como: aumento o disminución de desplazamiento del motor(velocidad), aumento o disminución de la carga, medio ambiente,(en temperatura y altitud) en lo general estos regimen de operación son detectados por los sensores y son enviados a la UEC, contabilizados acordes al programar enviados para su corrección, esto en forma instantánea, tanto en recepción como en envió.

La operación no satisfactoria del motor puede ocurrir en su operación normal o en el arranque, esta situación puede ocasionar incluso la no operación del motor.

El concepto del sistema de inyección a gasolina en cuanto a su concepto de ingeniera instalado en los vehículos tiene su contraparte en al utilización de un programa de detección de fallas o averías en este caso para visualizarlo se referirá a un contexto general.

El programa esta contenido en un aparato manejable y se conectará a la UEC debidamente, y acorde a instrucciones en la Fig. 2, se visualiza una ficha de verificación del programa, y contiene tres pruebas:

Prueba 1. Contacto puesto y motor parado. Debe hacerse la lectura de los números 1 al 7. La instalación indicada en la ficha esta correcta si permanecen apagados todos los testigos del 2 al 7.

Prueba 2. Contacto puesto y motor en marcha. Debe hacerse la lectura del 1 al 14. Si todas están apagadas, el funcionamiento es correcto.

Prueba 3. Debe hacerse solamente si el motor tiene dificultades en el arranque, y no consigue ponerlo en funcionamiento en forma regular. Revisar si la batería tiene el voltaje correcto. Arrancar el M.C.I. con el motor de arranque. Se deberá apagar 8 y 9, lo que demuestra estar correcto.

Las lecturas se identifican en una pantalla que contiene en lo general (Fig. 3):

Fig. 3-1.- La zona señalada en "A" esta referida a recibir en número omitido por el calculador que se esta probando, y la zona B se encuentra el código indicado al teclado.

En la Fig. 3-2 aparece en numero 20, es el de la identificación del calculador y 3 el del código de inyección

Durante la prueba 1, con el contacto dado, las luces deben encenderse tal como se indica en la Fig. 3-3.

En la prueba 2, con el motor girando, la situación es señalada en la Fig. 3-4, es decir todas las luces apagadas.

En la prueba 3, la situación será la indicada en la Fig. 3-5-A al dar el contacto están encendidas 1,8 y 10, al dar el arranque 1,8,10 deberán apagarse Fig. 3-5-B-

La interpretación de las fallas indicadas en el comprobador correspondientes a cada información que proporciona cada una de los puntos luminosos dobles (no los puntos 13 y 14).

Punto 1: Información diagnostico.- Cuando la luz numero 1 se enciende y el motor esta parado, es correcto. Si la luz esta apagada incorrecto, y sus causa puede ser: continuidad eléctrica de toma de diagnostico, mala alimentación de la calculadora o la calculadora. Cuando el motor se pone en operación la luz deberá apagarse.

Punto 2: Diagnostico del calculador.- Si la luz permanece encendida indica grave daño al calculador. Requiere sustitución.

Punto 3: Alimentación Captador de Presión.- A luz encendida hay que verificar el voltaje. Si es intermitente seria sujeta a un corto circuito.

Punto 4: Captura de Temperatura del Aire.- Si se encuentra encendida la del lado derecho indica que cable captador esta en corto circuito, si es encendido en el lado izquierdo indica que ambos tienen corto, si parpadea, conexión no correcta.

Punto 5: Captador de Temperatura de Agua.- Mismo procedimiento del paso anterior.

Punto 6: Potenciómetro.- El mismo procedimiento del punto 5.

Punto 7: Captador de Presión.- Si la luz permanece encendida es señal que el cableado, conector o a la unidad del captador puede estar dañada.

Punto 8: Captador de Volante.- Prueba operando el motor , esta encendido. Si esta apagado revisar: cable, conector y la unidad; si estuviera correcto revisa modulo de potencia de encendido.

Punto 9: Circuito de Inyectores.- debe estar apagado, correcto. Encendido revisar rele de inyecciones y/o cableado.

Punto 10: Contactor de Mariposa.- Sin pisar pedal, si esta encendido a la izquierda revisar cableado y contactor. Con pedal ligeramente pisado la luz debe apagarse, si no, verificar cables y contactor. Con pedal a fondo, la luz de la izquierda debe encenderse, si no lo hace verifica cables y conector.

Punto 11: Circuito Captador del Volante.- Si enciende, revisar cables, conector y captador.

Punto 12: Captador Picado.- Prueba en carretera a mayor de 3000 rpm. Y con acelerador a fondo no debe encenderse, si es afirmativo revisar cables conector y captador de Picado.

## MODULO II

### EL MOTOR DE GASOLINA Y DIESEL

La maquina de combustión interna es un concepto de ingeniería referido a un ciclo termodinámico, en donde la energía química de un combustible es transformado en energía mecánica, mediante la combustión que se transforma en calor y a su vez en un medio mecánico llamado pistón y cilindro.

En la cámara de combustión se realiza el primer movimiento de fuerza, el movimiento de fuerza originado en el pistón, se integra un conjunto de mecanismos que controlaran y dirimirán un movimiento rotatorio en las ruedas del vehículo. El conjunto de mecanismos o sistemas que lo integran el movimiento de fuerza del pistón se llama **motor**.

LOS SISTEMAS DEL MOTOR SON:

- Cámara de combustión y pistón
- Tren de válvulas
- Sistema de encendido
- De combustible
- De arranque
- Eléctrico
- De escape
- Enfriamiento
- Lubricación

Todos los sistemas cumplen un cometido en el funcionamiento del motor, en equilibrio del funcionamiento y control físico de los elementos.

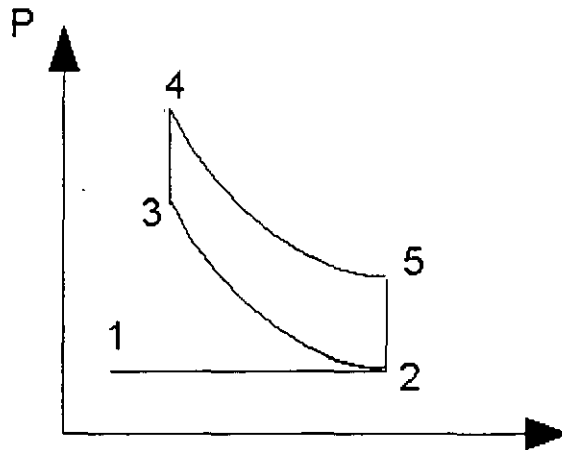
El ciclo termodinámico del motor de gasolina corresponde al llamado OTTO y del motor diesel conserva su nombre DIESEL.

Del primero puede ser de 2, y 4 tiempos, y el segundo de 4 tiempos.

Los tiempos corresponden a las carreras del pistón dentro del cilindro llamadas: admisión, compresión, explosión y escape.



## Del motor a gasolina (OTTO)



Lo anterior es un eje de coordenadas P presión V volumen la descripción es teórica.

### 1 - 2 De Admisión

Es recibido el aire para la combustión mediante la válvula de admisión abierta y la de escape cerrada; en el sistema de carburador viene en mezcla aire - combustible en una proporción determinada. En el sistema de inyección a gasolina está y el aire suministrado entran en forma independiente.

### 2 - 3 De Compresión

Es una carrera ascendente del pistón en donde se realiza una compresión de la mezcla; reduciendo su volumen, aumentando la presión y temperatura, las válvulas de admisión y escape cerradas.

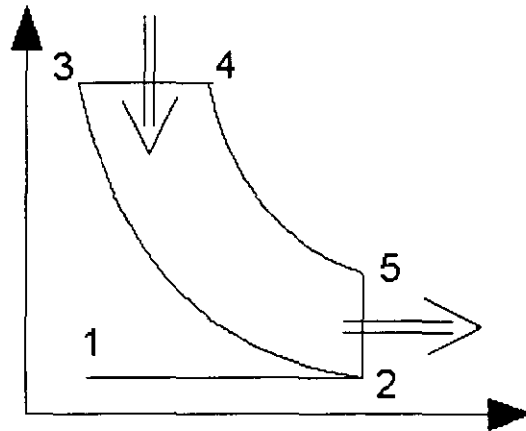
### 4 - 5 De Explosión y Fuerza

Se produce la explosión de la mezcla a una temperatura y presión mayor mediante la chispa producida mediante la bujía. Las válvulas de admisión y escape se encuentran cerradas se propicia el movimiento de fuerzas se suministra calor.

### 2 - 1 De Escape

Se inicia la salida de los gases residuales de la combustión, la presión disminuye en forma significativa y la temperatura tiende a disminuir, la válvula de escape se encuentra abierta, se desecha calor.

## CICLO DIESEL DE CUATRO TIEMPOS



### 1 - 2 Admisión

La válvula de admisión de aire abierta y de escape cerrada, entra el aire a la presión atmosférica, aumenta el volumen de la cámara de combustión a una temperatura ambiente.

### 2 - 3 Compresión

Se reduce el volumen de la cámara de combustión, aumentando su presión y temperatura simplificada. Las válvulas de admisión y escape cerradas.

### 4 - 5 De Expulsión y Fuerza

Se produce la explosión del combustible (DIESEL) al encontrar un medio de alta presión y temperatura, se inicia la carrera de expansión o fuerza, las válvulas de admisión y escape cerradas.

### 2 - 1 De Escape

Se abre la válvula de escape, produciéndose las salidas de los gases de escape, se reduce la presión cercana a la atmosférica y la temperatura. El volumen de la cámara de combustión se reduce en su carrera.

La diferencia de un motor diesel y uno de gasolina.

DIESEL mayor temperatura y presión al momento de la explosión por el suministro de combustible; no hay chispa de **ENCENDIDO**. De gasolina, menores presiones y temperaturas comparativas al Diesel, si hay chispa **ENCENDIDO** en la explosión

## **SISTEMA DE LUBRICACIÓN**

Como su nombre lo indica, prevé de lubricante a las partes mecánicas en movimiento para la reducción de la fricción y mantener una temperatura que no produzca daño significativo por desgaste.

El sistema está compuesto de una bomba sumergida en un compartimiento que contiene un volumen de lubricante, y que garantice esta disponibilidad en un circuito establecido.

La bomba envía a determinada presión y cantidad de aceite lubricante por medio de conductos exprofesos a los puntos principales como el área de movimiento del pistón con el cilindro que lo contiene, así como el mecanismo de biela-muñón-cigüeñal que soportan las cargas y generan una velocidad rotatoria. El lubricante deberá cubrir especificaciones automotrices que permitan soportar temperaturas y cargas permisibles.

## **SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**

También en un circuito de agua que actúa como refrigerante, para la disminución de la temperatura en la periferia del cilindro en el movimiento relativo pistón-cilindro, en su circulación llega al radiador, que es una cortina con múltiples ductos para la exposición del agua al medio ambiente para bajar la temperatura del agua saliente del motor.

El sistema de enfriamiento utiliza una bomba para establecer un circuito bomba-motor-radiador-bomba en cantidad suficiente; el circuito contiene un termostato para iniciar pronto con la temperatura de régimen del motor.

Para disminuir la temperatura del agua refrigerante es utilizada la ventilación del mismo por conducto de un abanico (ventilador) a tiro forzado que pasará entre los ductos del radiador. Se utilizan productos químicos llamados refrigerantes para ampliar el rango de temperatura del agua refrigerante al suministrarlo en una mezcla.

## **SISTEMA ELECTRICO.**

El sistema eléctrico se inicia con una batería instalada permanentemente en el vehículo, regularmente a 12 voltios. El suministro de energía eléctrica disponible en esta condición es suministrado al motor y sus periféricos: motor de arranque, luces, limpia brisas y aire acondicionado en lo principal para el presente estudio previa transformación a un sistema electrónico, el control y suministro del sistema de inyección a gasolina y diesel.

El sistema eléctrico tiene un sistema auto cargable a la batería por tiempo medio de un alternador que genera corriente en una toma de movimiento del motor al alternador, genera corriente en forma intermitente.

## MODULO III

### SISTEMA DE INYECCION DE GASOLINA

#### CARBURADOR - INYECCION DE GASOLINA

En forma comparativa al sistema de suministro aire - combustible (GASOLINA) a la cámara de combustión, en forma referida al sistema del carburador, y el sistema de inyección de gasolina. Fig. 1-1.

El sistema del carburador en la carrera de admisión produce un vacío (al descender el pistón) que en el conducto que llega al carburador tiene el mismo efecto, el carburador contiene una cuba (recipiente con gasolina) que permite de acuerdo al diseño, la disponibilidad de la gasolina al ser arrastrada y mediante orificios sale pulverizada y se inicia el proceso de la mezcla aire - combustible en la proporción deseable.

En un sistema de inyección la gasolina no entra a la cámara de combustión junto con el aire en la mezcla mencionada, sino en forma independiente Fig. 1 -2 siendo así, aire y gasolina concurrían individualmente a la cámara de combustión en una misma oportunidad del ciclo termodinámico.

El camino que sigue el aire, es ocasionado como ya se menciona, en el vacío o absorción que produce la carrera de admisión de los pistones. Un primer paso del aire del medio ambiente es su recorrido a la cámara de combustión es un filtro que quitara impurezas, de ahí pasara a un dispositivo de medición de aire, accionada por la misma succión y accionada por la apertura de una válvula, la medición del aire será registrada electrónicamente o en un regulador de mezcla que permitirá ser enviada la cantidad de combustible idóneo para la mezcla. Pasando así a una disposición para entrar a la cámara de combustión.

El traslado del combustible del tanque de almacenamiento a la cámara de combustión, mediante la utilización de una electro bomba que la envía a la presión y en la cantidad necesaria.

En su recorrido, pasara por un filtro de alta densidad que garantizara la limpieza misma. En concepto de inyección se tiene un regulador de presión que estabiliza la misma en una barra o maniful donde se tomara el combustible necesario por el inyector en si, que recibirá la señal, de la cantidad de aire que recibió previamente por el dispositivo de medición del mismo y a su vez el inyector, tendrá la apertura en tiempo y cantidad de combustible que se suministra a la cámara de combustión.

En un sistema de inyección electrónico se tiene la UEC (unidad electrónica de control) que manda la orden de apertura al inyector para su apertura. La Fig. 1 - 3 indica en lo general el seguimiento aire, sensores combustibles.

## **PRINCIPIO BASICO DE INYECCION DE GASOLINA**

Las primeras indicaciones tecnológicas del sistema de inyección de gasolina, siguieron el indicado en el motor diesel en donde la bomba de inyección (así llamada) producía la alta presión necesaria y la cantidad de combustible (DIESEL) en cada uno de sus émbolos, para cada pistón en específico, situación que no fue aplicable al motor de gasolina.

En la Fig. 2 - 1, se tiene un primer motor con un sistema de inyección mecánica, correspondiente a un motor Peugeot IND404.

Los sistemas de inyección se subdividen: directa e indirecta, espaciada y continua, simultanea y monopunto.

Inyección directa e indirecta.- Fig. 2-2. En la primera es directa en la cámara de combustión, y en la indirecta utiliza la apertura de la válvula de admisión.

Inyección espaciada e inyección continua.- Fig. 2-3 y 2-4. Respectivamente en la inyección espaciada se produce en periodos de tiempo sincronizados en la apertura de la válvula de admisión, y en el suministro de combustible señalado previamente.

La inyección continua es suministrada en forma permanente en pequeñas cantidades y permanecen en este lugar hasta la apertura de la válvula de admisión.

Inyección simultanea.- Corresponde al suministro de combustible y aire de la inyección espaciada y continua, debido a los pequeños periodos de tiempo de suministro (milésimas de segundo), existe tiempos diferenciales pequeños que origina una mezcla aire-combustible en la entrada y a la apertura de la válvula de admisión.

Inyección monopunto.- Corresponde a un concepto de donde el combustible se suministra únicamente por un inyector, en donde el combustible se encuentra en un maniful o barra disponible a la apertura de cada válvula de admisión en la correspondiente cámara de combustión.

## **SISTEMAS DE INYECCION**

Los sistemas de inyección a gasolina se subdividen en su propuesta de ingeniería en mecánicos, electrónicos y mixtos. El sistema de inyección a gasolina del tipo mecánico es la primera propuesta por la firma de

ingeniería Bosh, así como todos los sistemas a describir, el mecánico esta identificado como K-Jetronic.

Los electrónicos utilizados en la especificación Bosh, D-Jetronic, L-Jetronic, LE-Jetronic, LEI\_Jetronic, LEZ-Jetronic, LE3-JEtronic, LM-Jetronic y Metronic el sistema mixto es especificación Ke-JEtronic. El avance tecnológico en desarrollo en la industria automotriz se da por su versatilidad en el sistema electrónico.

### **Sistema K-Jetronic**

Es un sistema de inyección de gasolina del tipo mecánico en una primera propuesta de un sistema de inyección a gasolina en el mismo principio de la bomba de inyección del motor Diesel, donde la presión y caudal se origina en la bomba. No dando los resultados previstos en el motor de gasolina. La fig. 4-1 muestra un diseño propuesto.

Para una primera visualización del sistema de inyección, los pasos a seguir, y los componentes constitutivos Fig. 4-2., se inicia con el componente principal regulador de mezcla "A" que se integra también el cuadalimetro (7) y en otro dosificador distribuido (4) que controla y mide la cantidad de combustible a inyectar de acuerdo a datos de cuadalimetro en el suministro de combustible como condición de buena operación , tiene un componente llamado regulador de presión, que permite tener la misma , a las oscilaciones de la bomba y consumo, y en esta forma se garantiza la presión a los inyectores que deberá ser mayor a su apertura. El resto de los elementos se describen en al siguiente descripción del sistema.

Principio de funcionamiento.- en la Fig. 4-2



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

**MANTENIMIENTO Y  
REPARACIÓN DE MOTORES  
DE FUEL INYECCIÓN  
EN MODELOS 2000**

Del 10 al 22 de Noviembre del 2003

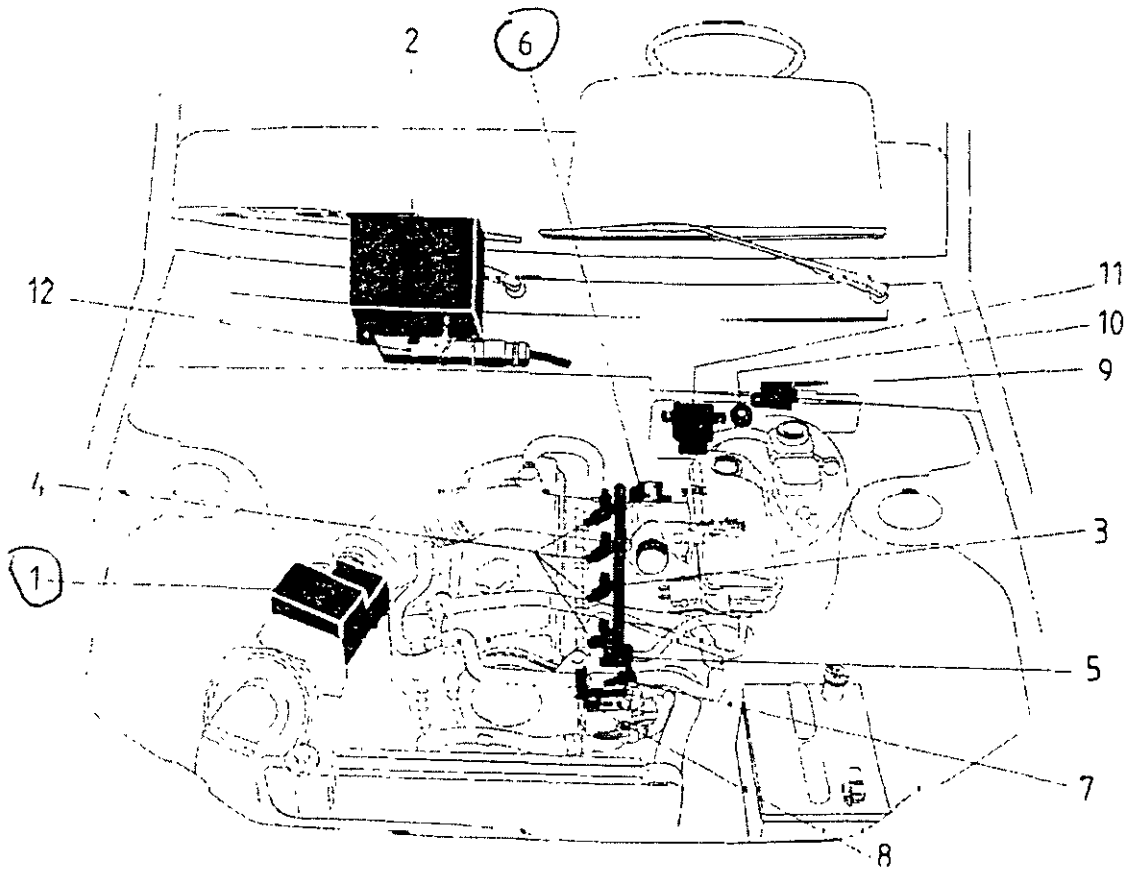
*ANEXOS*

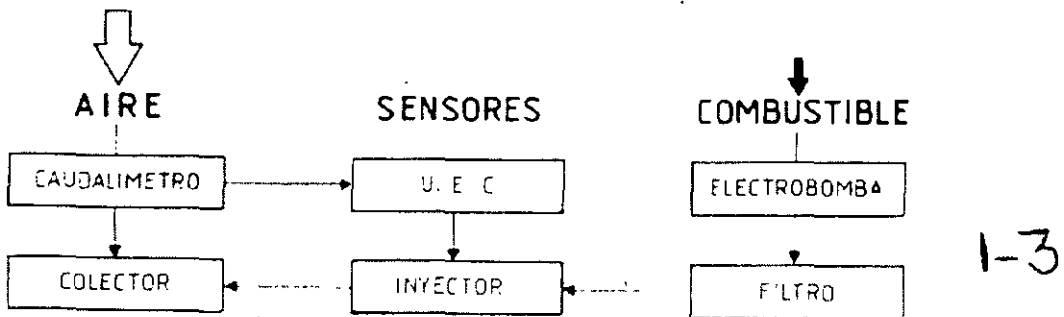
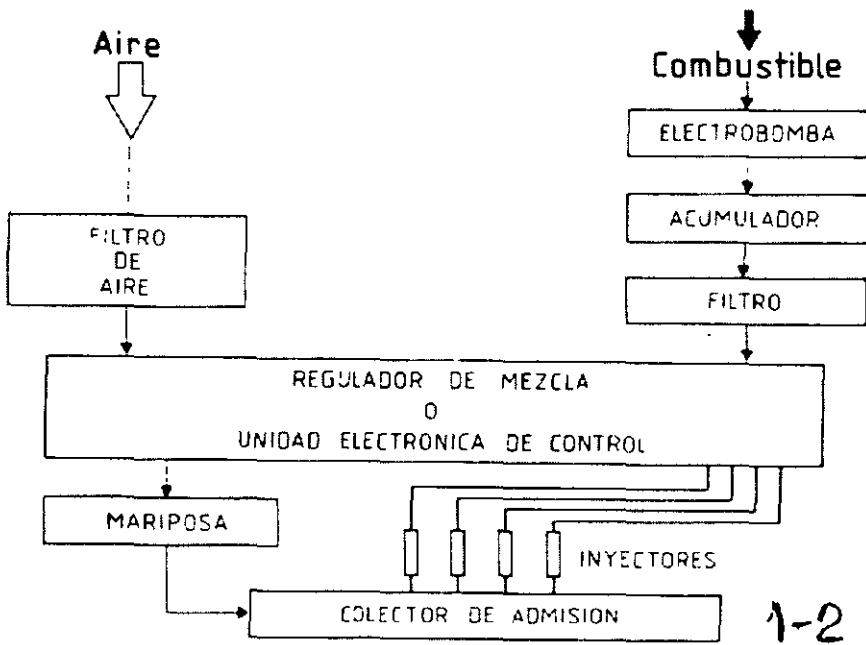
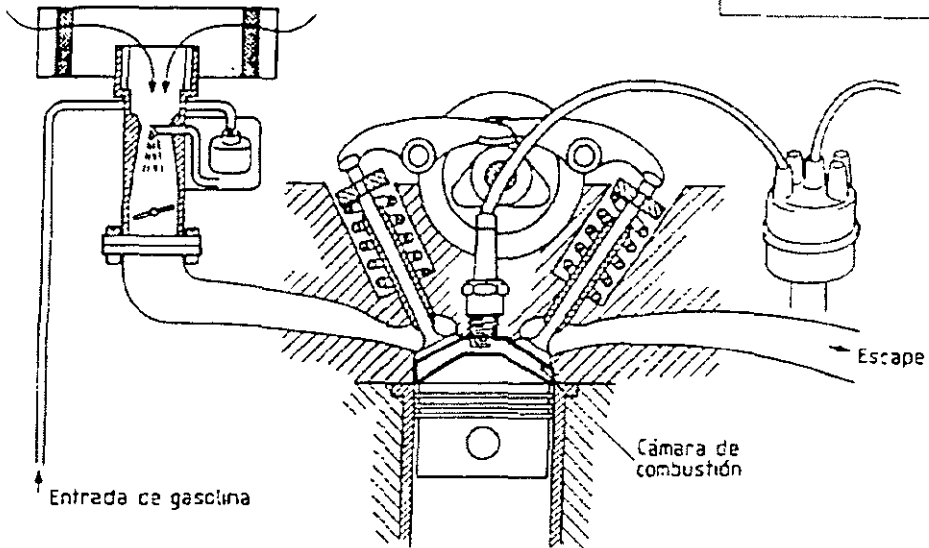
CI - 325

Instructor: Ing. Francisco Macias Ortega  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
NOVIEMBRE DEL 2003

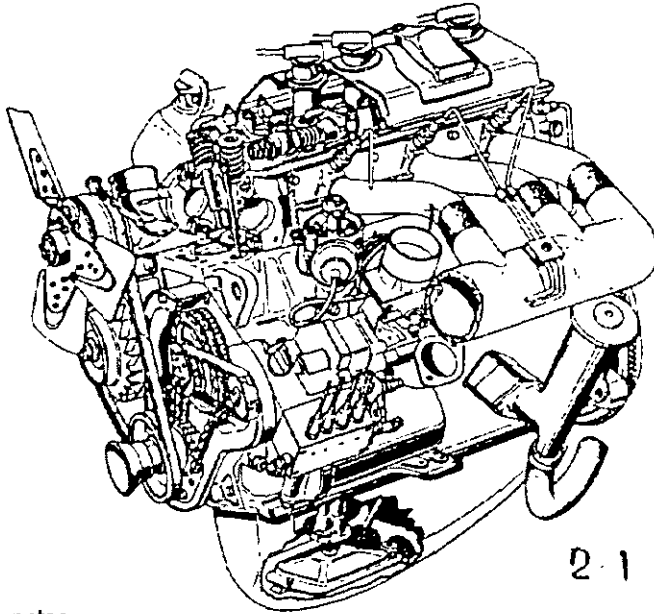


LAMINA 1

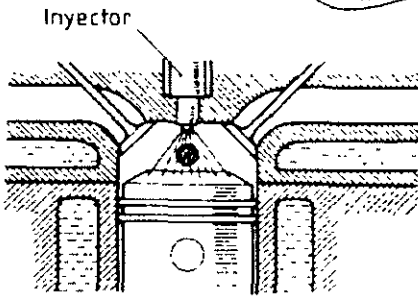




85 A				
1	<input type="checkbox"/> CODIGO PRESENTE	TEST 1.- CONTACTO PUESTO, MOTOR PARADO	TEST 3.- VELOCIDAD DEL MOTOR DE ARRANQUE	TEST 2.- MOTOR GIRANDO
2	<input type="checkbox"/> DIAGNOSTICO CALCULADOR			
3	<input type="checkbox"/> ALIMENTACION CAPTADOR DE PRESION			
4	<input type="checkbox"/> CAPTADOR TEMPERATURA DEL AIRE			
5	<input type="checkbox"/> CAPTADOR TEMPERATURA DEL AGUA			
6	<input type="checkbox"/> PUIENLIUMEIHU DE REGLAJE CO			
7	<input type="checkbox"/> CAPTADOR DE PRESION			
8	<input type="checkbox"/> CAPTADOR VOLANTE			
9	<input type="checkbox"/> CIRCUITO INYECTORES			
10	<input type="checkbox"/> CONTACTOR DE MARIPOSA			
FICHA INYECTOR R CODIGO D 03				
11	<input type="checkbox"/> CIRCUITO CAPTADOR VOLANTE			
12	<input type="checkbox"/> CAPTADOR PICADO			
13	<input type="checkbox"/> SONDA DE OXIGENO			
14	<input type="checkbox"/> INF. CLIMATIZACION			
20	<input type="checkbox"/> FUNCION MEMORIA			

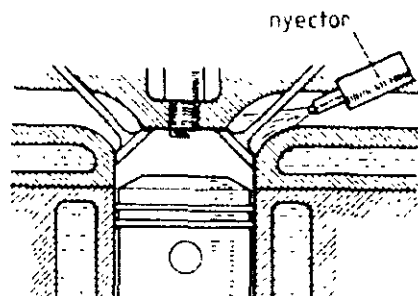


2-1



Inyector

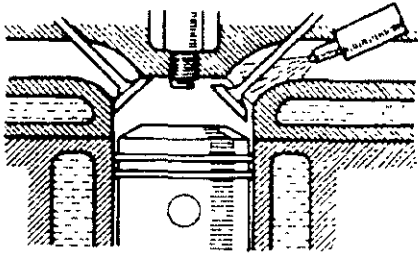
INYECCION DIRECTA



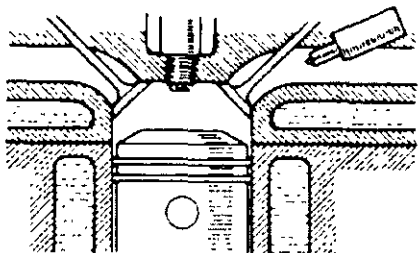
nyector

INYECCION INDIRECTA

2-2



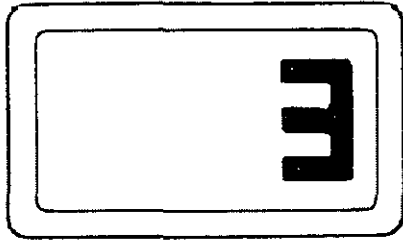
INYECCION ESPACIADA



INYECCION CONTINUA

2-3

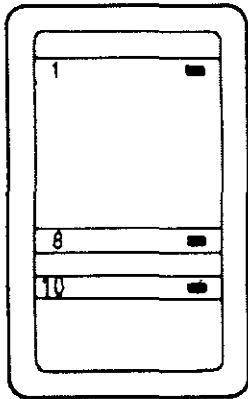
2-4



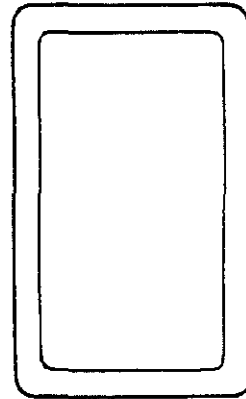
3-1



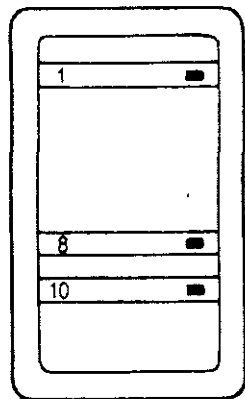
3-2



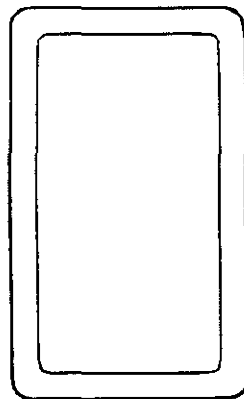
3-3



3-4

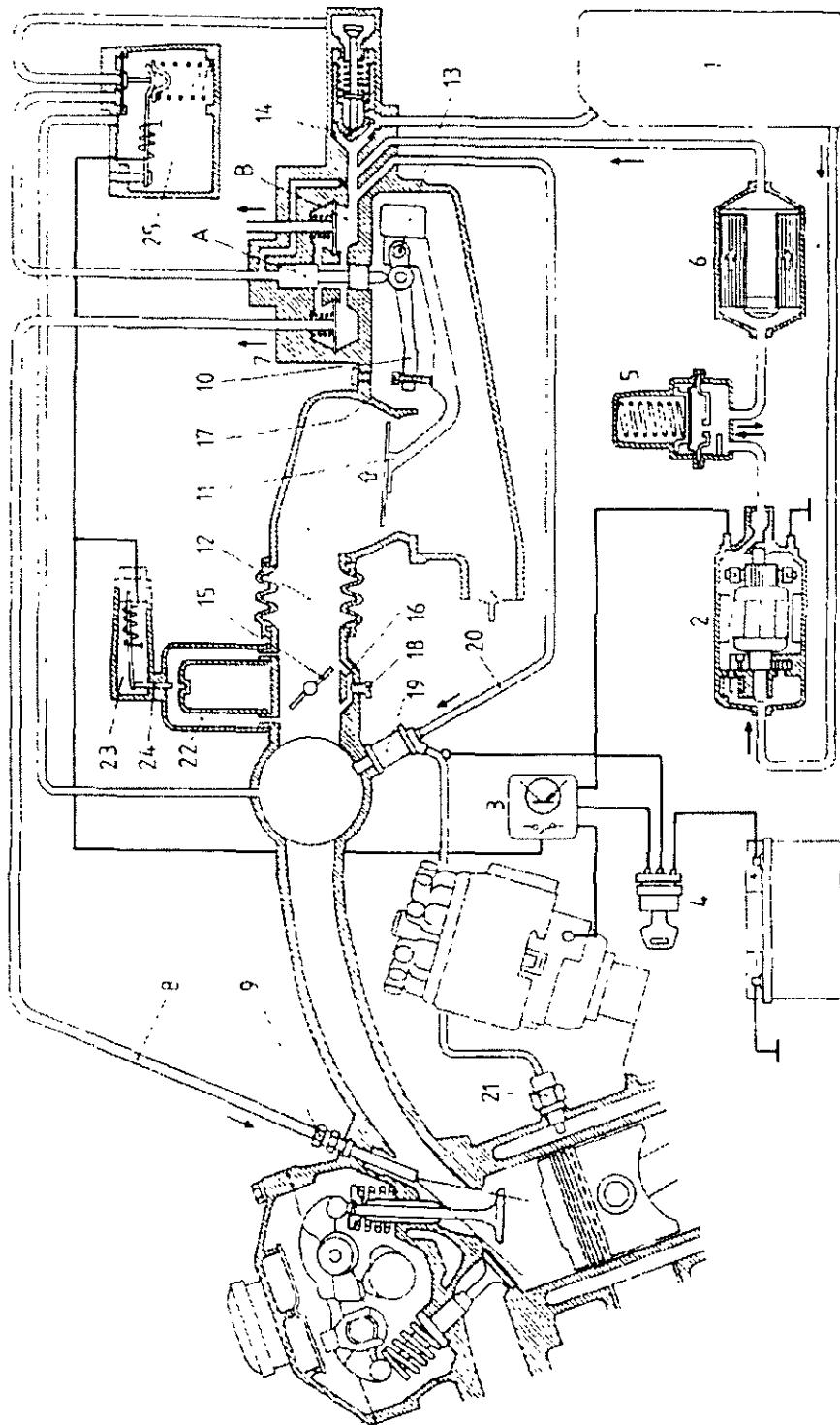


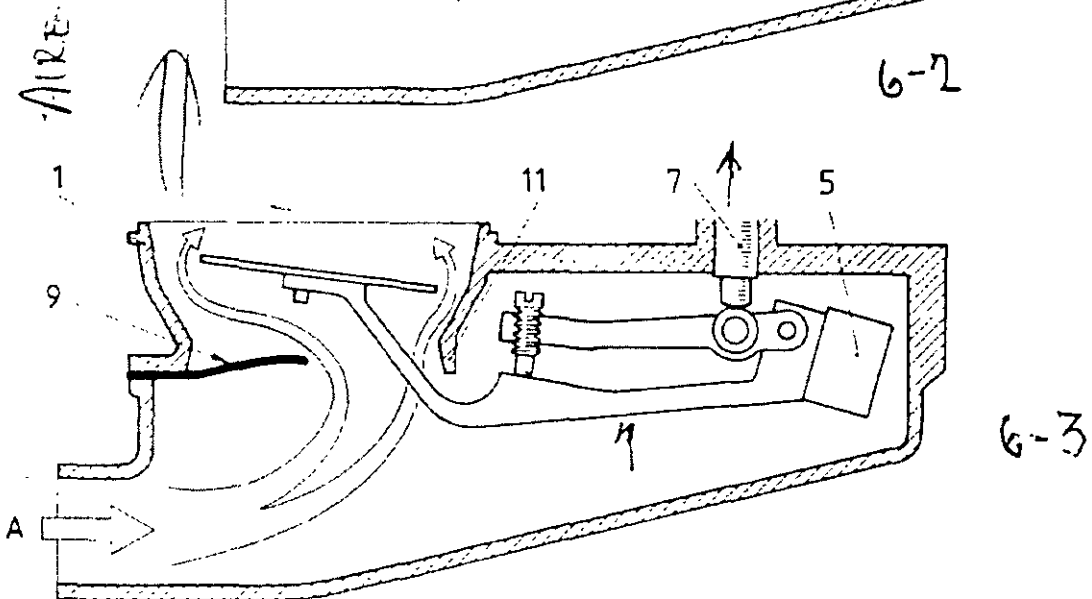
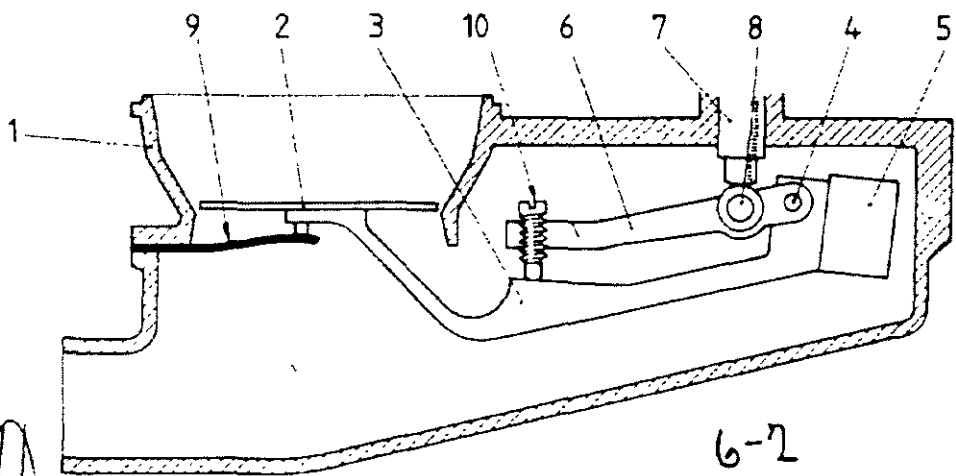
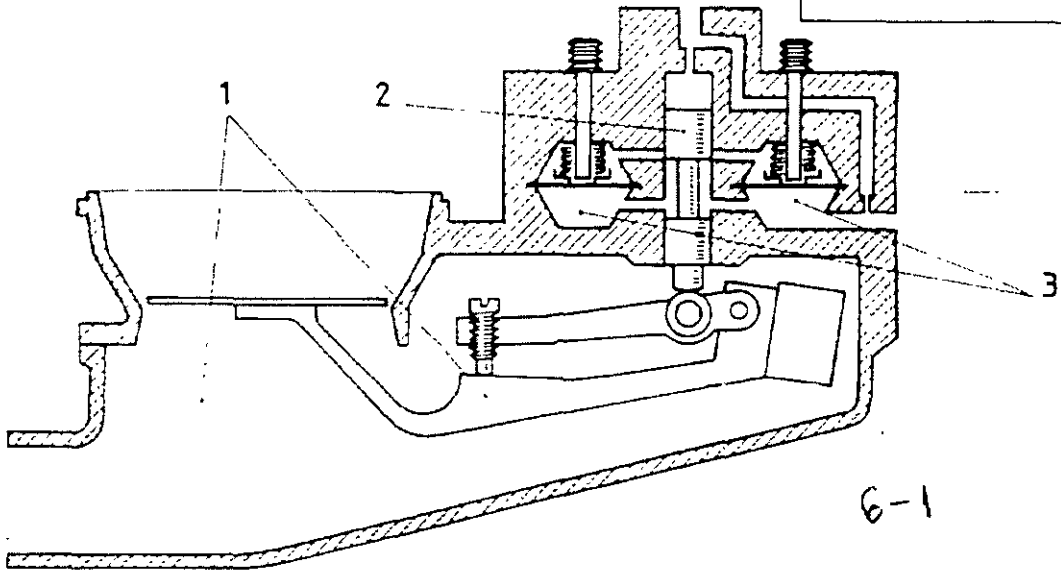
A

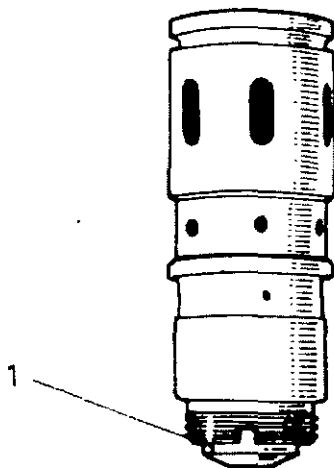
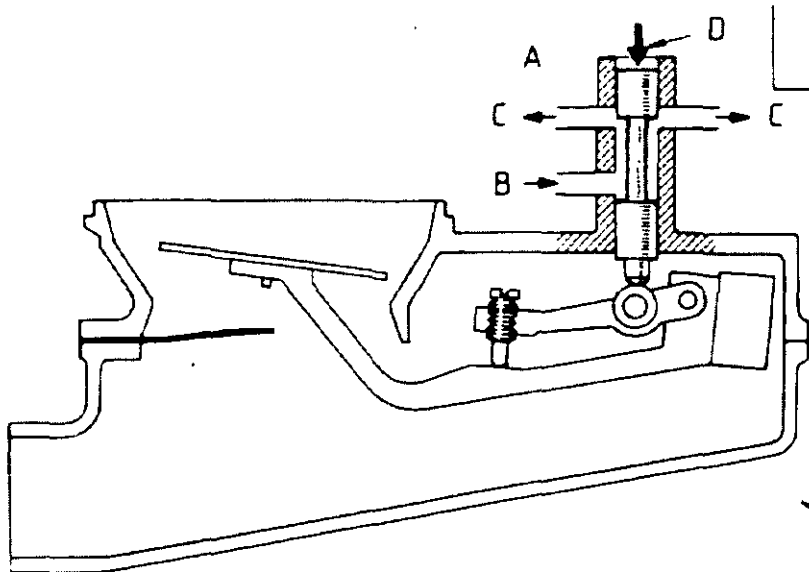


B

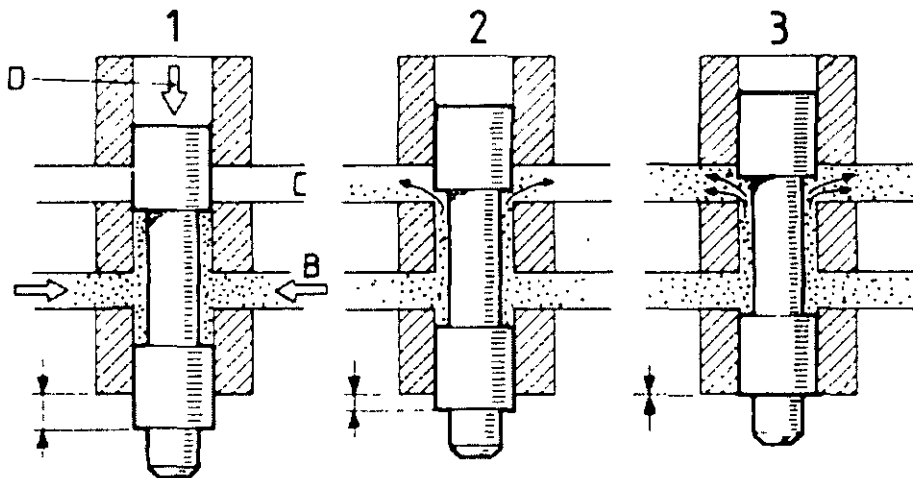
3-5



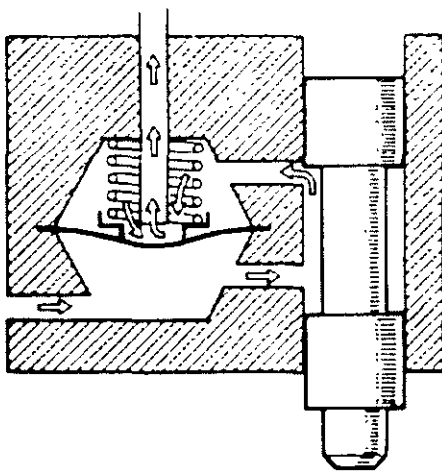
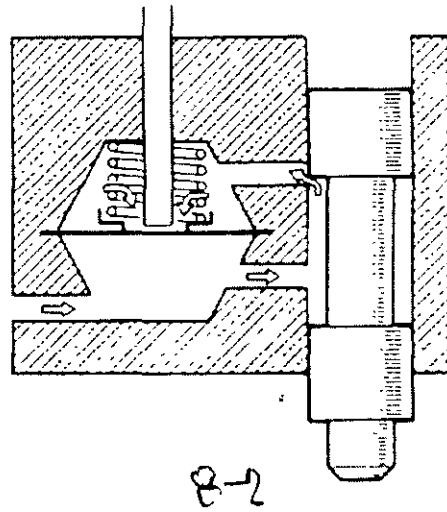
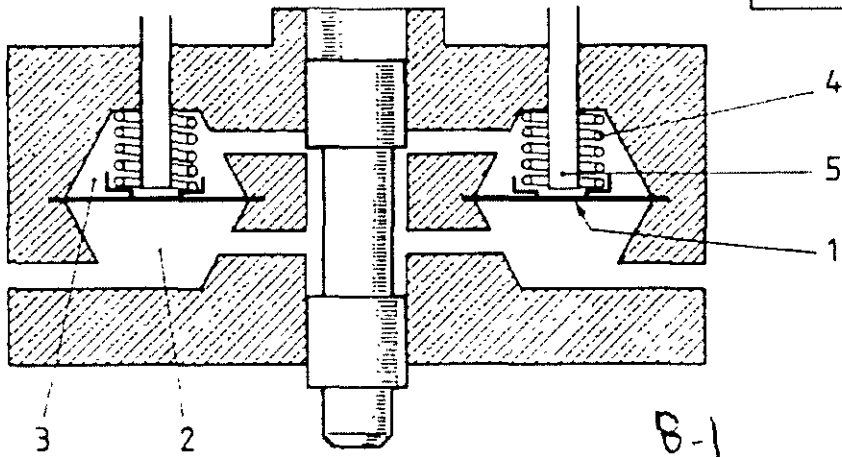




7-2

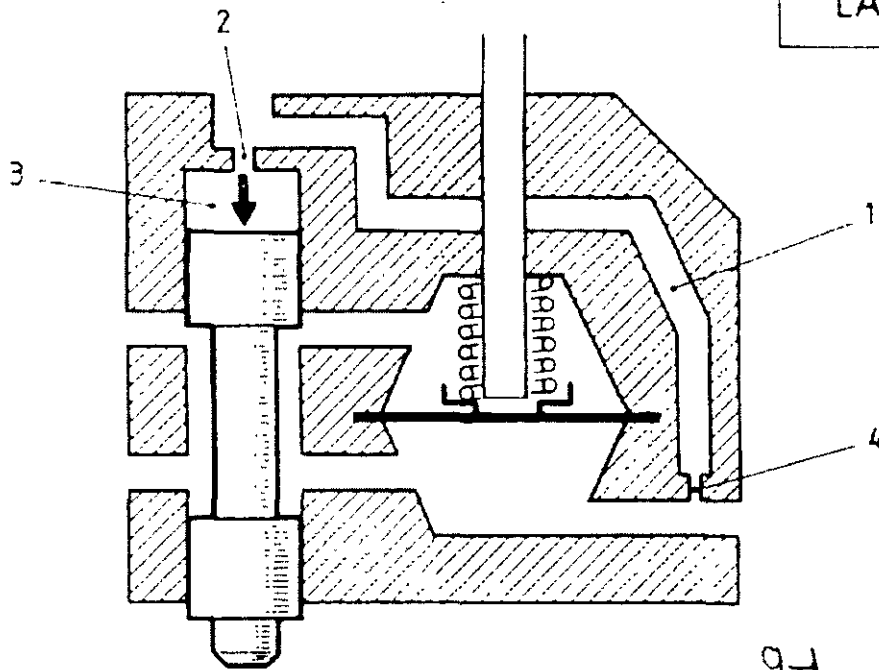




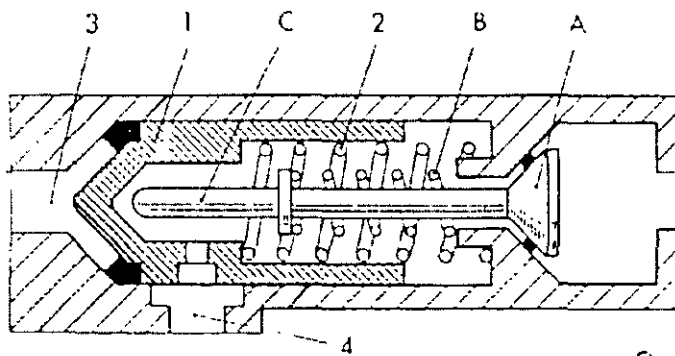


LAMINA

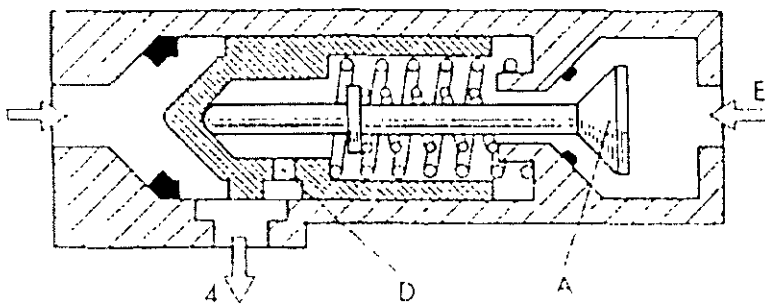
9



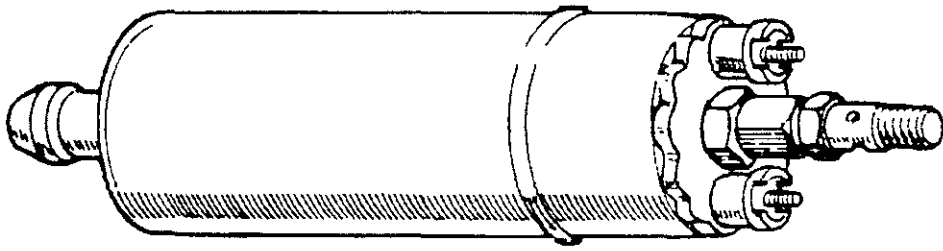
9-1



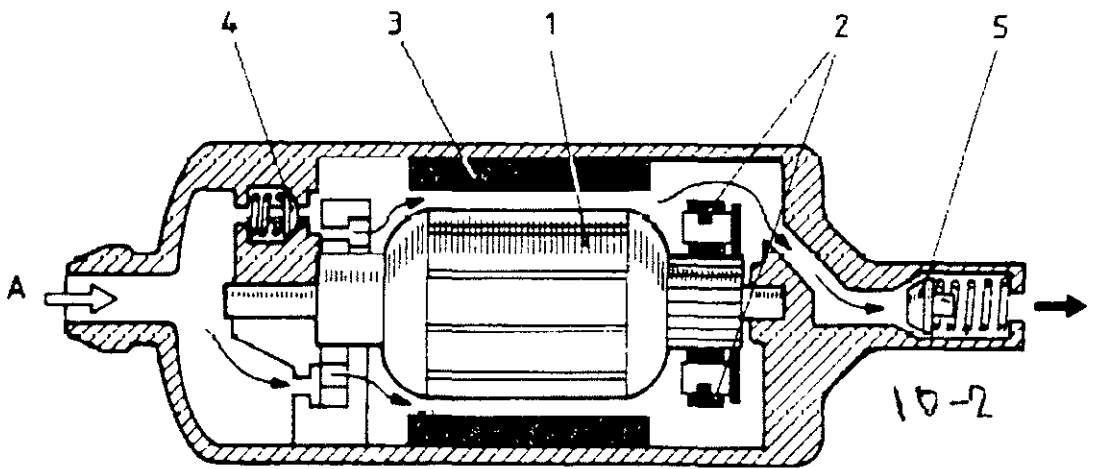
9-2



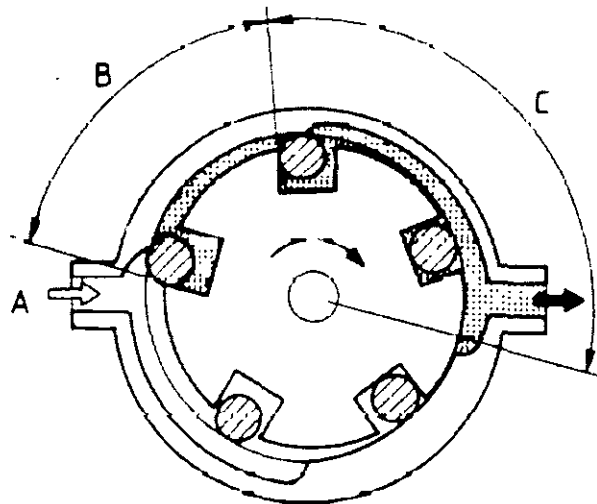
9-3



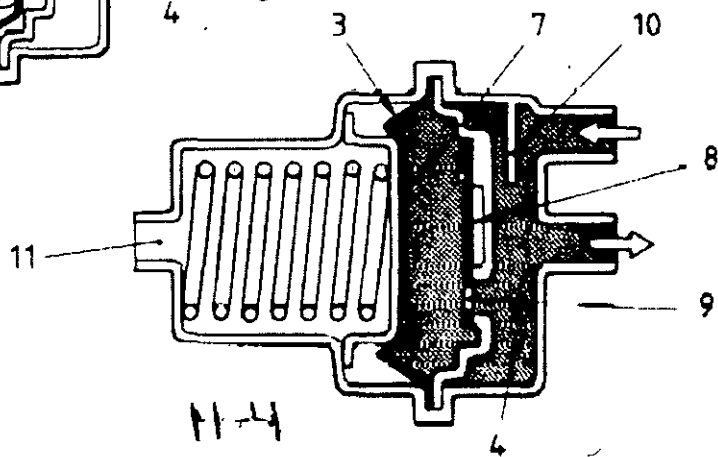
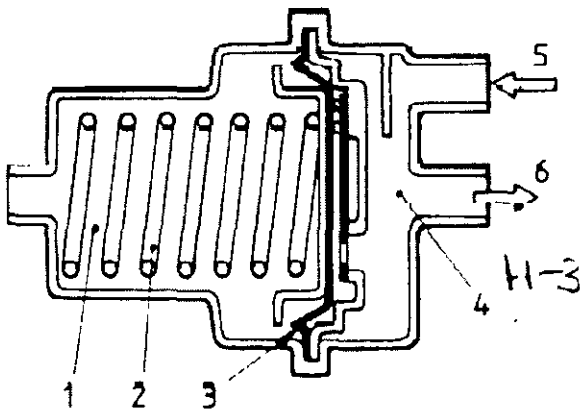
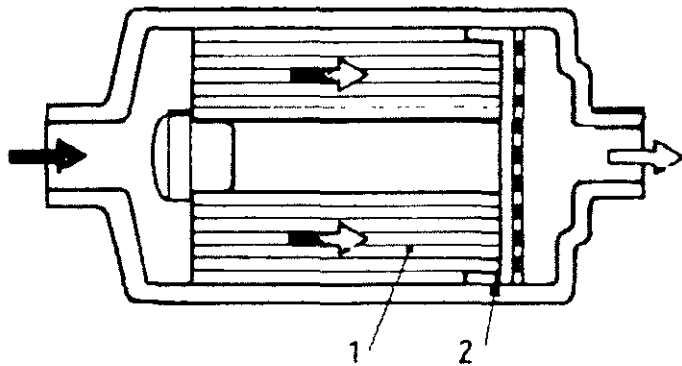
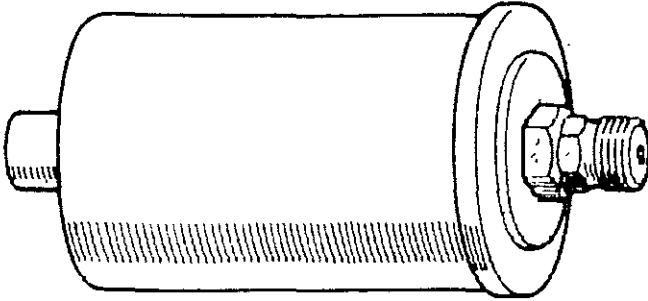
10-1

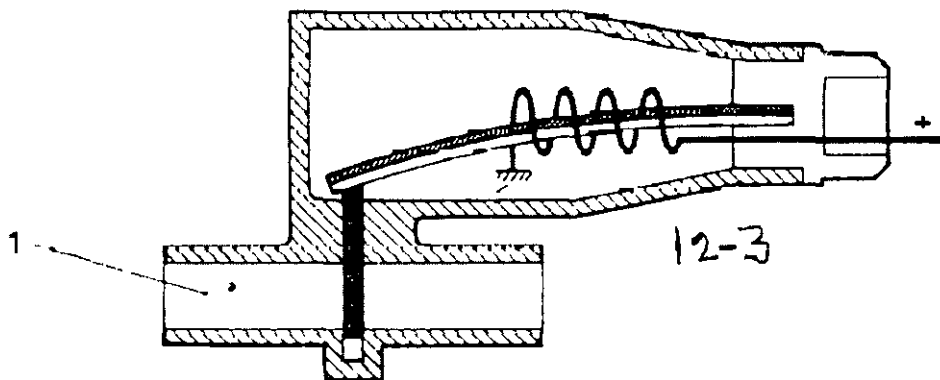
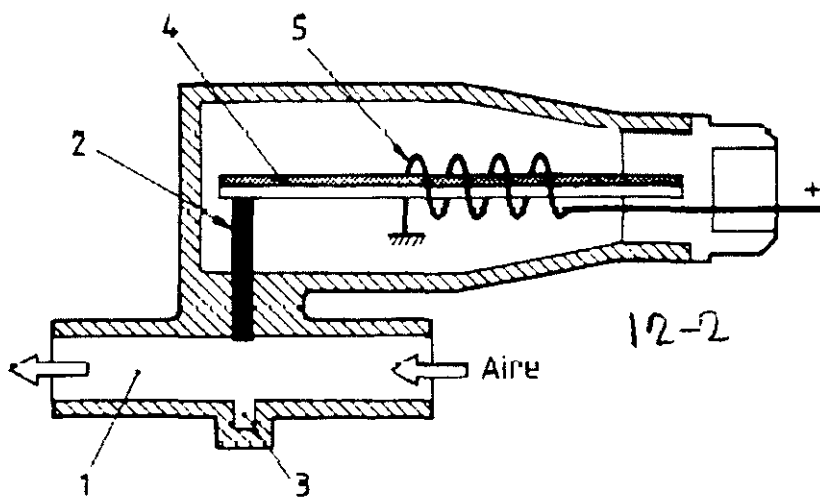
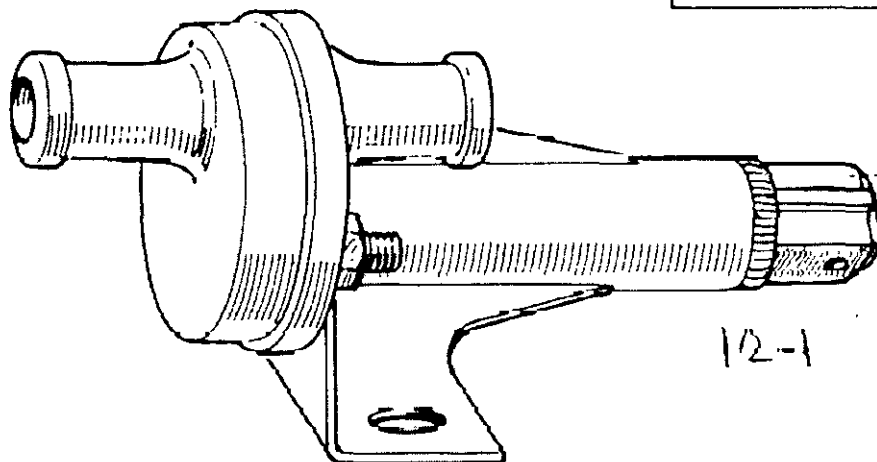


10-2



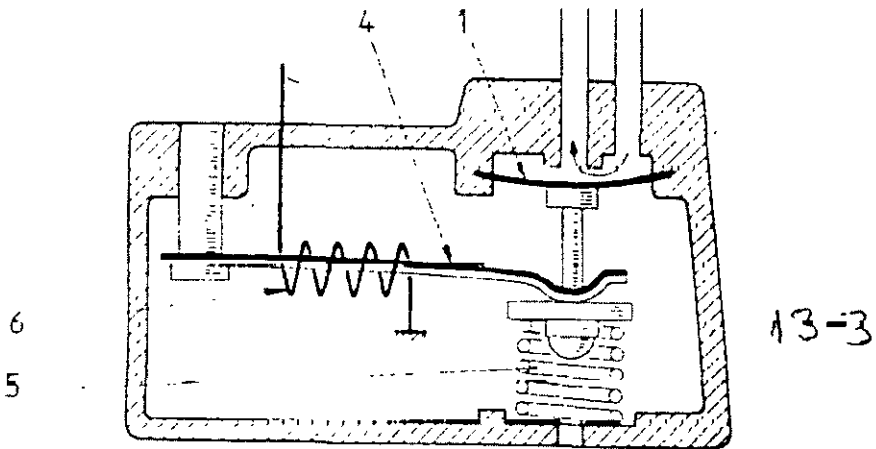
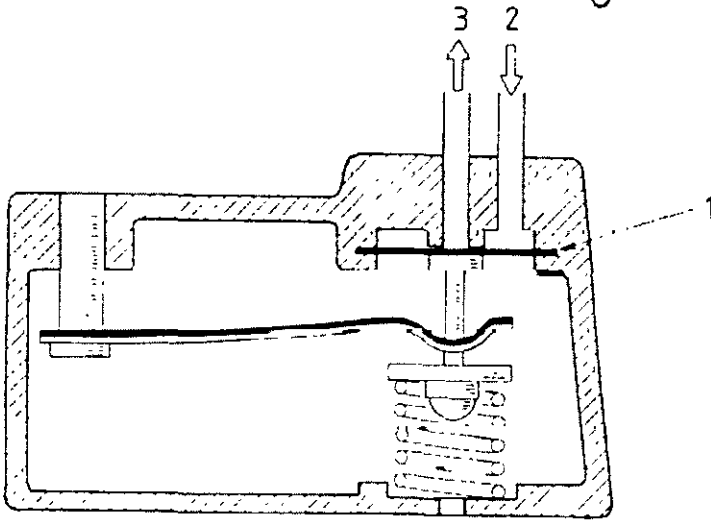
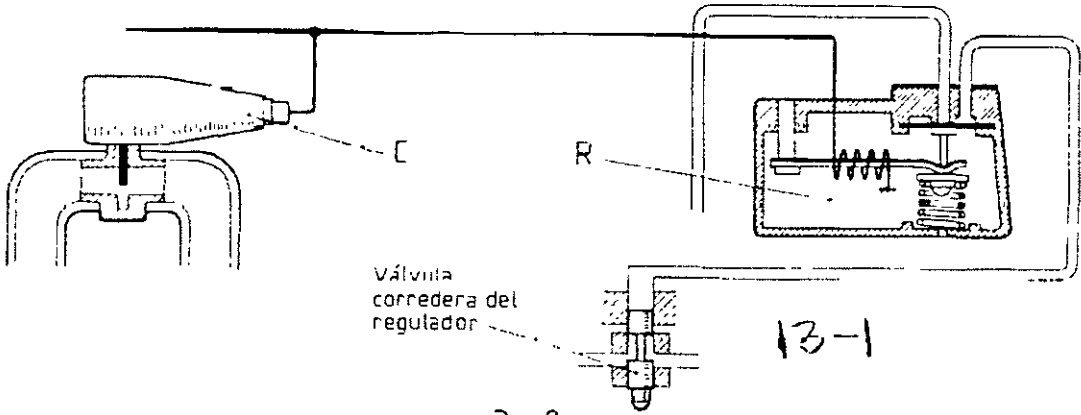
10-3

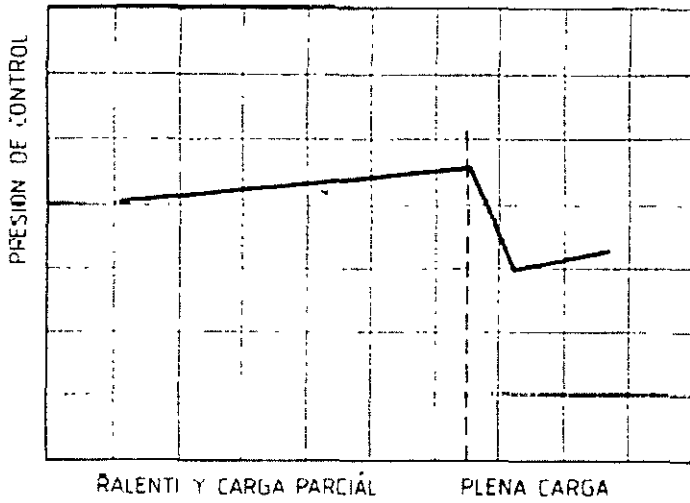




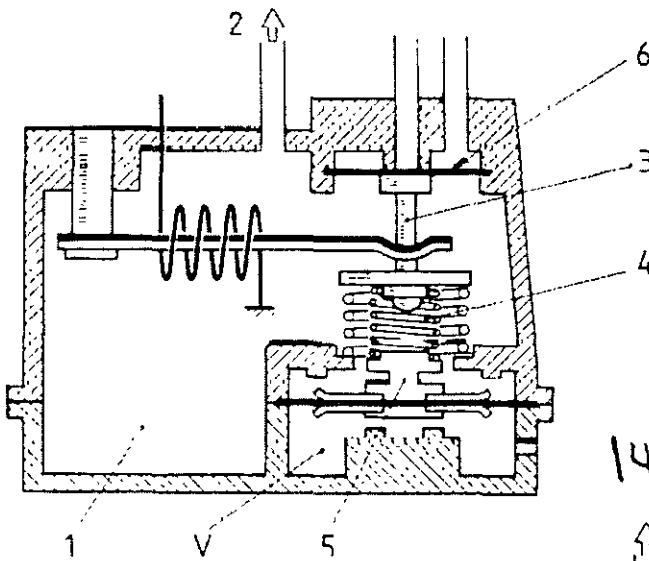
LAMINA

13



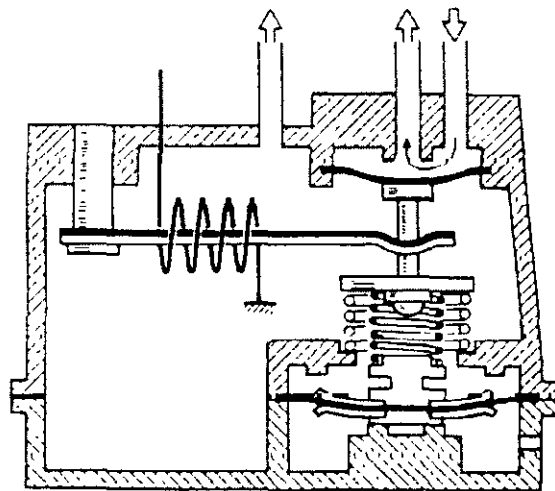


14-1



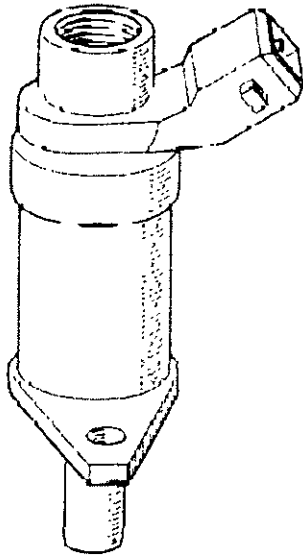
14-2

14-3

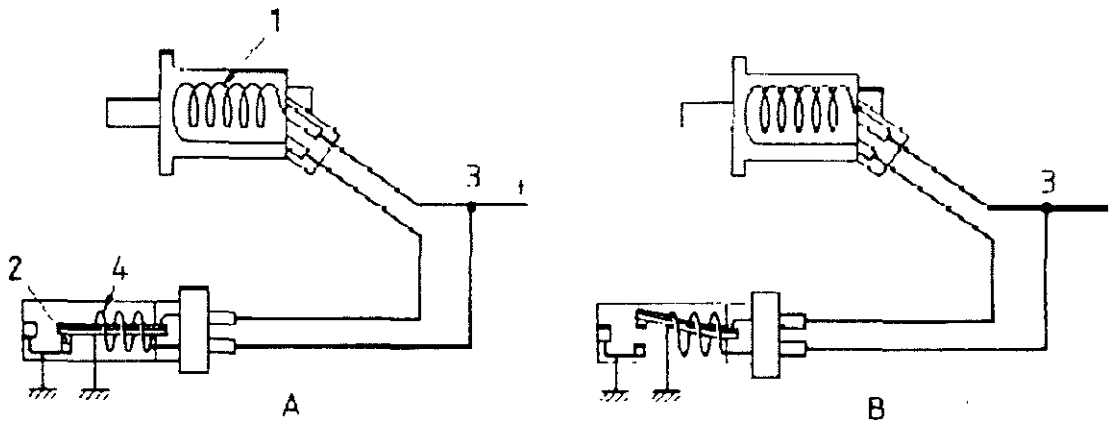
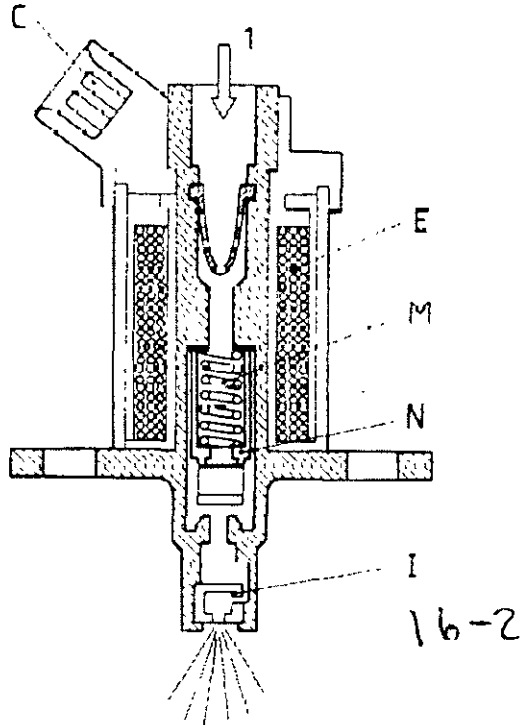




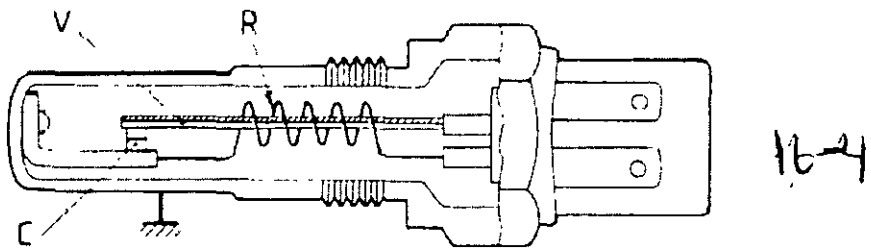




16-1



16-3





FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

**MANTENIMIENTO Y  
REPARACIÓN DE MOTORES  
DE FUEL INYECCIÓN  
EN MODELOS 2000**

Del 10 al 22 de Noviembre del 2003

***APUNTES GENERALES***

***SEGUNDA PARTE***

CI - 325

**Instructor: Ing. Francisco Macias Ortega  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
NOVIEMBRE DEL 2003**

En el dibujo se indican los componentes principales en el proceso de funcionamiento del sistema de inyección. El tanque de gasolina (1) en donde se encuentra disponible el combustible requerido por el sistema y que es bombeado por la electrobomba (2). Cuando se dispone el funcionamiento mediante la llave de contacto (4), la bomba tiene un rele de mando (3) que está conectado al encendido. El flujo de gasolina sigue por el conducto propio a un filtro (6) de alta densidad.

La entrada del aire del medio ambiente al sistema bajo el concepto del vacío proporcionando en la carrera de admisión de los pistones, y controlado en la aceleración de la mariposa del acelerador (15), el aire entra al colector (12) y siguiendo el recorrido de entrada se encuentra el plato sonda (11); que por condiciones de equilibrio, y que cumpla su función de control y evaluación, cuenta con un punto de giro (13) y trabaja en forma basculante.

El desplazamiento del plato - sonda (11) motivada por la entrada del aire al **colector** de admisión (12) produce un movimiento vertical en la válvula corredera (A) que permitirá un desplazamiento, y fluirá la gasolina de la cámara (B) al conducto (8) y al inyector (9).

Teniendo el combustible disponible en el filtro (6) éste llegará a un compartimiento (B) disponible a la apertura de la válvula (A).

Conjuntado el conocimiento del origen del control del plato - sonda (11) que permite el desplazamiento de la válvula (A) en un mecanismo (base del concepto de inyección mecánica) proporcional de cantidad de aire suministrado - apertura de válvula de gasolina. Para tener una presión constante en el suministro de gasolina, se tiene un regulador de presión en (14), estas variaciones se originan en la electro bomba.

En el sistema de inyección K- Jetronic se tiene un circuito de marcha lenta constituido por un By- Pass (16) con su tornillo de ajuste (18) y el tornillo de ajuste del plato sonda. El circuito de arranque en frío, consta de un inyector de arranque (19) que recibe presión a través del conducto (20) de gasolina y la obtención de la temperatura del motor por el contacto temporizado (21).

## REGULADOR DE MEZCLA (LAMINA 6)

Se refiere a las cantidades de aire y combustible que concurren en la cámara de combustión en forma independiente, y la dosificación determinada a la gasolina.

Corresponde a mecanismos (figura 6-1) que comprenden los ya conocidos: Caudalímetro (1), válvula corredera (2) y válvula de presión diferencial.

Caudalímetro (figura 6-2).- Consta del plato-sonda y sus palancas. Para que el plato-sonda pueda permitir el paso del aire hacia la cámara de combustión, deberá tener la menor resistencia al paso de éste, lográndose en un efecto basculante, entre el plato-sonda (2) soportado por la palanca (3) y el punto de apoyo (4). El contrapeso (5) asegura dicho efecto basculante.

Dentro del movimiento del plato-sonda e integrado al mecanismo, la palanca (6) contiene un rodillo (8) que en su movimiento radial proporcionará un movimiento vertical, que moverá la válvula corredera (7) que permitirá la dosificación del combustible.

El plato-sonda mantiene su posición inicial por el embudo (1), una muelle (9) y el tornillo de ajuste (10).

El funcionamiento radial del plato-sonda (Fig. 6-3) al paso del aire, en donde el nivel de apertura dará la dosificación de combustible. El plato-sonda en su movimiento de sellamiento por medio de la muelle (9), deja abierta una descarga en (11) en su periferia al embudo, en esta sección para la salida de gases de combustión cuando está no se completa por la mala operación del motor.

## DEL COMBUSTIBLE (Lamina 7)

En función de la cantidad de aire que pasa por el caudalímetro se determina la dosificación de combustible.

Válvula corredera (Fig. 7-1).-Se refiere a una válvula hidráulica que tiene lumbreras (salidas o entradas) en un compartimiento cilíndrico (A), que acorde a su posición permite entrada y salida de combustible.

Considerando que el plato-sonda se encuentra elevado, permitirá por la posición de la válvula corredera, el paso del combustible (B) disponible en el circuito del mismo, procederá su salida por (C) rumbo a unas válvulas diferenciales (posteriormente indicaremos su funcionamiento).

Una presión de control (D) desde la cabeza de la válvula, permitirá un equilibrio de la fuerza ejercida por la palanca del plato-sonda.

En la figura 7-2 muestra el conjunto de cámara cilíndrica de lumbrera y la válvula corredera en su interior.

En la figura 7-3 se tiene tres posiciones de la válvula: cerrada (1) media carga (2) y abierta (3).

Cerrada.- El **plato-sonda** está en su parte inferior, la válvula corredera se encuentra en posición baja cerrando los conductos de su ministro de gasolina (B) y así evitar la salida a las válvulas de presión diferenciales (C) y a los inyectores. La presión de control (D) mantiene la posición.

Media carga.- El mecanismo plato-sonda y palanca realizan un medio desplazamiento de la válvula corredera, permitiendo el acceso de la gasolina por las lumbreras a las válvulas de presión diferenciales y a los inyectores. En la medida de la dosificación de aire en forma proporcional proporciona la gasolina.

Carga completa.- Bajo esta condición la apertura de la válvula corredera es completa, acceso total del combustible por las lumbreras y a las válvulas de presión diferenciales, y a inyectores. El acelerador tiene una máxima aceleración y el cuadelimetro está al máximo.

## VALVULAS DE PRESION DIFERENCIAL (LAMINA 8)

Corresponde al siguiente paso del recorrido del combustible de la válvula corredera al

Dispositivo de válvulas de presión diferencial (Fig. 8-1) que existirán en función de número de pistones del motor.

Las válvulas diferenciales son compartimientos separados por una membrana que permiten tener una presión diferencial; la cámara inferior está en la parte baja, y la cámara superior en la alta.

La cámara inferior de cada uno de los pistones tiene la misma presión, ya que provienen del mismo conducto y la electro bomba.

La cámara superior consta de un muelle calibrado para obtener una presión determinada sobre la membrana, dentro del mismo, se encuentran tubos que obstruyen su entrada por la membrana, y por consiguiente, la posible entrada de gasolina.

El funcionamiento en la figura 8-2 es media carga, la válvula corredera se ha levantar, y la tubería permite la entrada de gasolina en una cantidad definida que permite la entrada al tubo.

A carga completa en la figura 8-3, la misma condición del punto anterior, pero la mayor presión flexibiliza la membrana, y la gasolina entrará al tubo en mayor cantidad.

En los casos mencionados se inicia el recorrido cada de uno de los inyectores como se indica.

El resorte que mantendrá la posición de la membrana contiene un tornillo de ajuste de presión en la parte superior.

### PRESIÓN DE CONTROL (Lamina 9)

Es la que actúa en la parte superior de la válvula corredera y que permite la modulación de la misma, a las oscilaciones del movimiento de la corredera.

En la figura 9.1, la presión del circuito de la gasolina en el conducto (1), tiene un estrangulamiento en (2) que llega a la entrada del compartimiento superior (3) de la válvula corredera, en donde, está presión se opone a la elevación de la corredera, obteniéndose así las oscilaciones. Otro estrangulamiento (4) permite dar salida a la gasolina al aumentar el recorrido de la válvula corredera.

La fuerza ejercida por la presión de control en la parte superior de la válvula corredera, permite las no oscilaciones originadas en el movimiento del plato-sonda al crear la aceleración del vehículo.

Cuando el motor se pone en marcha existe menor presión en la parte superior de la válvula corredera, existiendo por consiguiente mayor dosificación.

Regulador de presión.- (Fig. 9-2) Es el dispositivo que regula la presión del combustible de todo el circuito, y principalmente a la inyección del combustible a la cámara de combustión. El dispositivo consta de un pistón (1) en movimiento, y en su punta cónica mantiene sostenida a la cámara (3) en reposo, debido a una acción de muelle (2). Cuando empieza a funcionar la electro bomba, asciende la presión en el circuito del combustible (Fig. 9.3) y se desplaza el pistón (1) Dejando pasar la gasolina por el punto (4); esto permite disminuir la presión al punto deseado de operación, por lo anterior la disposición de cerrado de regulador de presión es la de operación del circuito.

Al desplazamiento del pistón (1) el área (A) se despegará de su asiento, al vencer la resistencia del resorte (B) desde el extremo del pistón (c), teniendo una pérdida por E y D.

### **Electro bomba (Lam 10)**

Es la parte generadora de presión y cantidad necesaria de gasolina para el circuito de combustible en el sistema de inyección a gasolina K - **Jetronic** del tipo mecánico. De la Fig. 10 - 1 se ejemplifica su forma tradicional y en la correspondiente en la figura 10 - 2, la bomba consta principalmente del aspecto de un motor eléctrico tradicional de un rotor (1) **colector** y juego de escobillas (2) y su estator (3). Integrador a rotor (1) se encuentra en un concepto hidráulico y cinemático, la disposición del combustible con una entrada en (A) en condiciones de presión atmosférica, entra al motor (1) en su diseño dinámico, al compartimiento, y primeramente a la periferia en (B); posteriormente es arrastrado el combustible en la sección (C) que genera la presión deseada en el sistema.

La electro bomba tiene en si elementos de control de la presión en (5) que premitirá la salida de flujo a dicha presión, existiendo un dispositivo adicional (4) que permitirá la salida del flujo innecesario para bajar la presión excedida.

### **FILTRO Y ACUMULADOR (LAM II)**

El filtro de combustible para el sistema de inyección a gasolina deberá ser acorde a lo especificado a cada marca y modelo de automóvil, un alto grado de filtrado permitirá una gasolina totalmente limpia. En la Fig. 11 - 1 se muestra su configuración exterior, consta de papel filtrante (1) y un tamiz de malla metálico (2).

El acumulador de combustible en un regulador de presión para todo el subsistema y es instalado a la salida de la bomba, a si como amortiguador a las posibles vibraciones producidas por la bomba.

En la Fig. 11 - 3 el regulador de presión que consta de: una cámara de aire en que la muelle calibrada (2) ejerce su máxima presión sobre la membrana (3), en tal forma que la cámara (4) con gasolina queda reducida, aun mínimo volumen; teniendo una entrada (5) y salida de gasolina(6).

Al aumentar la presión del circuito, la cámara (1) aumentara su volumen, y su condición variara a Fig. 11 - 4 en donde el muelle (2) es comprimido, al aumentar la velocidad de la cámara (4) y por consiguiente el desplazamiento de la membrana (3) y un volumen diferencial (7).

Para mantener la presión del acumulador dispone de una lamina (8) que permite la entrada del liquido ( a mayor presión ) y tiene un orificio menor (9) que permite la salida en menor cantidad para la regulación de la presión.

El dispositivo cuenta con un deflector (10) en el paso del combustible al desplazamiento de la membrana por mayor presión, en la cámara (1) se tiene un orificio de salida (11) para evitar el vacío.

#### FLUJO DE AIRE ADICIONAL Lamina 12.

La función de flujo de aire adicional (12-1) es permitir el paso del aire suficiente al arranque del motor y durante el periodo de calentamiento aun sin tener la apertura de la mariposa por aceleración.

El flujo de aire es por un conducto disponible entre la entrada y salida del aire referido a la mariposa (By - Pass) que controla este paso.

De la Fig. 12 - 2 el conducto de By Pass (1) se tiene totalmente abierto, el elemento para cerrarlo (2) y comportamiento cerrado total (3) impedirá el paso del aire en forma definitiva, en una posición de apertura del elemento (2), se tiene una barra bimetálica (4) y una resistencia eléctrica envolviéndola en una posición rígida y sin energía respectivamente. Lo anterior es por la condición del inicio de la operación del motor, en donde el régimen de temperatura empezara a ser alcanzado.

La energía eléctrica del dispositivo de control del flujo de aire adicional esta controlado por un interruptor térmico temporizado que detectara la elevación de la temperatura de operación del motor, y por el conducto del **rele** de mando; manda la señal eléctrica a la resistencia (5) Fig. 12 - 3 y calentara la barra Bimetálica (4) y se produce el efecto físico que cerrara el elemento (2) al contraerse en la forma indicada. El motor se encuentra operando bajo su régimen normal por que se encuentra cerrado el flujo de aire adicional.

#### REGULADOR DE MANDO Y CALIENTAMIENTO LAMINA 13

Corresponde a la dosificación de la gasolina y del flujo adicional de aire necesario en marcha lenta, sin operar el acelerador. La cantidad de aire necesario en esta condición, requiere de una proporción determinada de gasolina, que será suministrada por el regulador de mando y calentamiento.

Cuando el motor se encuentra frío al inicio de su operación (Fig. 13-3) del diafragma (1) se halla flexionado por la varilla bimetálica (4), esta situación se da por la señal que se origina por el interruptor térmico



temporizado y al pasar por el relé de mando, que controla el valor de la corriente recibida y enviada. El relé de mando actúa simultáneamente en el regulador de mando y del flujo adicional de aire.

Al encontrarse flexionada el diafragma (1) al comprimirse el resorte (5) por la acción del desplazamiento de la varilla bimetalica (4) como ya se explico.

Dada la situación indicada el regulado de presión, manda la gasolina de la presión de mando (2) a un circuito de rebuse (3) habiendo que la presión de mando disminuya, en proporción de la apertura de la membrana(1).

Lo anterior motiva un proceso de calentamiento del motor, en donde la señalización del interruptor temporizado no se envía al obtener la temperatura normal de operación. El sistema también es utilizado como un suministro adicional de combustible en casos de requerimientos de mayor carga y velocidad.

En la lámina 14 y de la Fig. 14-1 puede darse la forma ideal que tendrá la presión de control para incidir en la dosificación en todos los momentos de carga, a mayor carga se disminuye la presión ejercida por el resorte para obtener mayor dosificación

Este ajuste se realiza por medio de una válvula de vacío adicional que forma parte de la caja de calentamiento Fig. 14-2. es un dispositivo similar al correspondiente de la lamina 13 con la adición de una válvula de vacío (V).

Su funcionamiento consiste en que en el interior de la cámara (1) se encuentra conectado al colector de admisión del motor por medio del conducto (2) manteniéndose las mismas condiciones de presión en ambos compartimientos. La válvula de paso de presión del control (3) es igual, pero tiene dos muelles que puede dar movimiento a ambos.

El muelle interno e inferior (4) descansa en una válvula de diafragma (5) que es sensible a la presión de la cámara (1). En posición estática la válvula (5) no interfiere en un movimiento de la válvula (6).

Cuando disminuye la presión en la cámara (1) la válvula de presión y la válvula de diafragma vuelve a la posición de reposo en forma progresiva y consiguiendo con ello el ir disminuyendo la fuerza que ejerce sobre el muelle y permitiendo la apertura del diafragma de la presión de control, Fig. 14-3.

Por lo anterior la salida del combustible del circuito de control, y la presión del control disminuye en la válvula corredera del regulador de mezcla, ello provoca un enriquecimiento de la mezcla en los momentos de mayor carga cuando existe una depresión menor en el colector.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

## CURSOS INSTITUCIONALES

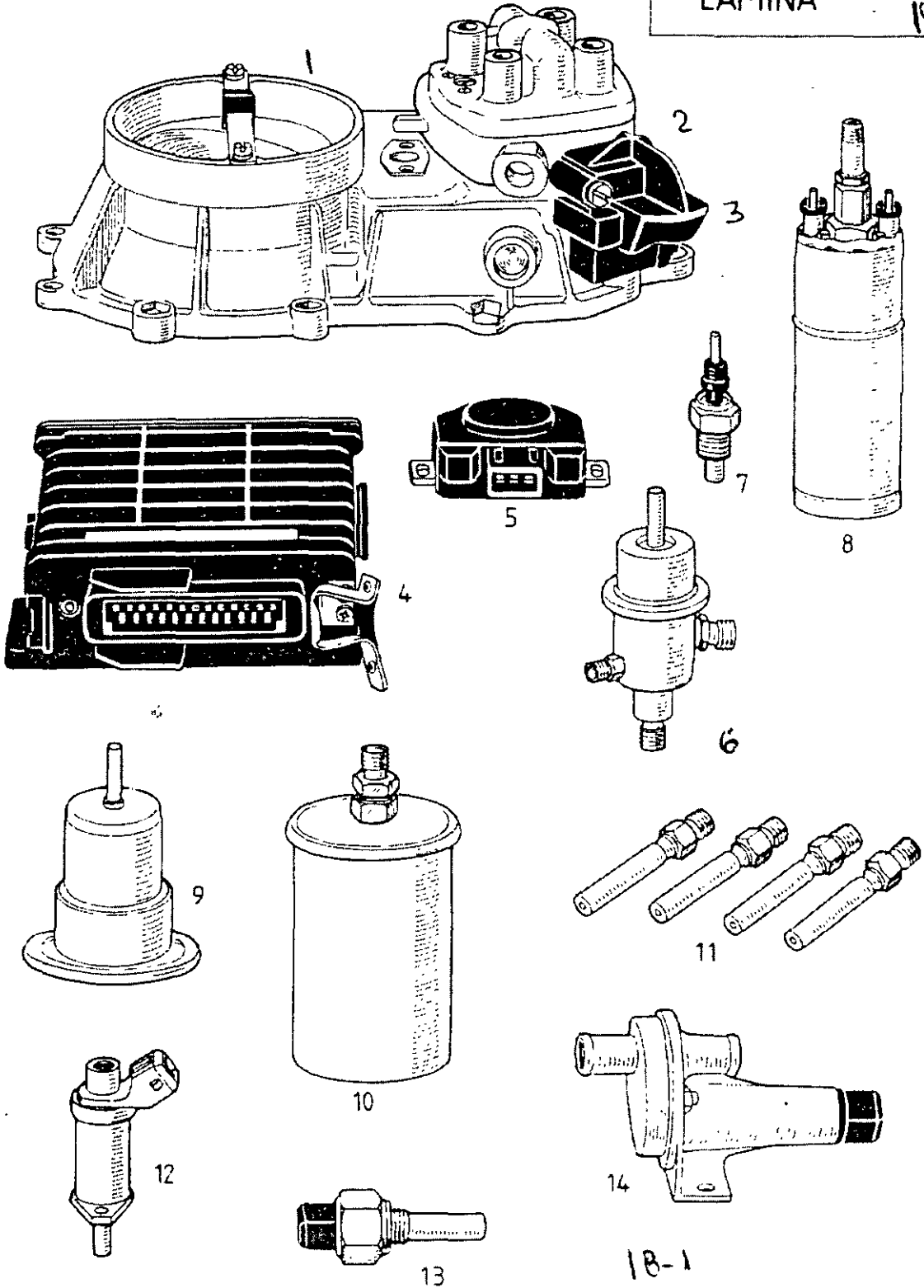
# MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE MOTORES DE FUEL INYECCIÓN EN MODELOS 2000

Del 10 al 22 de Noviembre del 2003

## *ANEXOS SEGUNDA PARTE*

CI - 325

Instructor: Ing. Francisco Macias Ortega  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
NOVIEMBRE DEL 2003

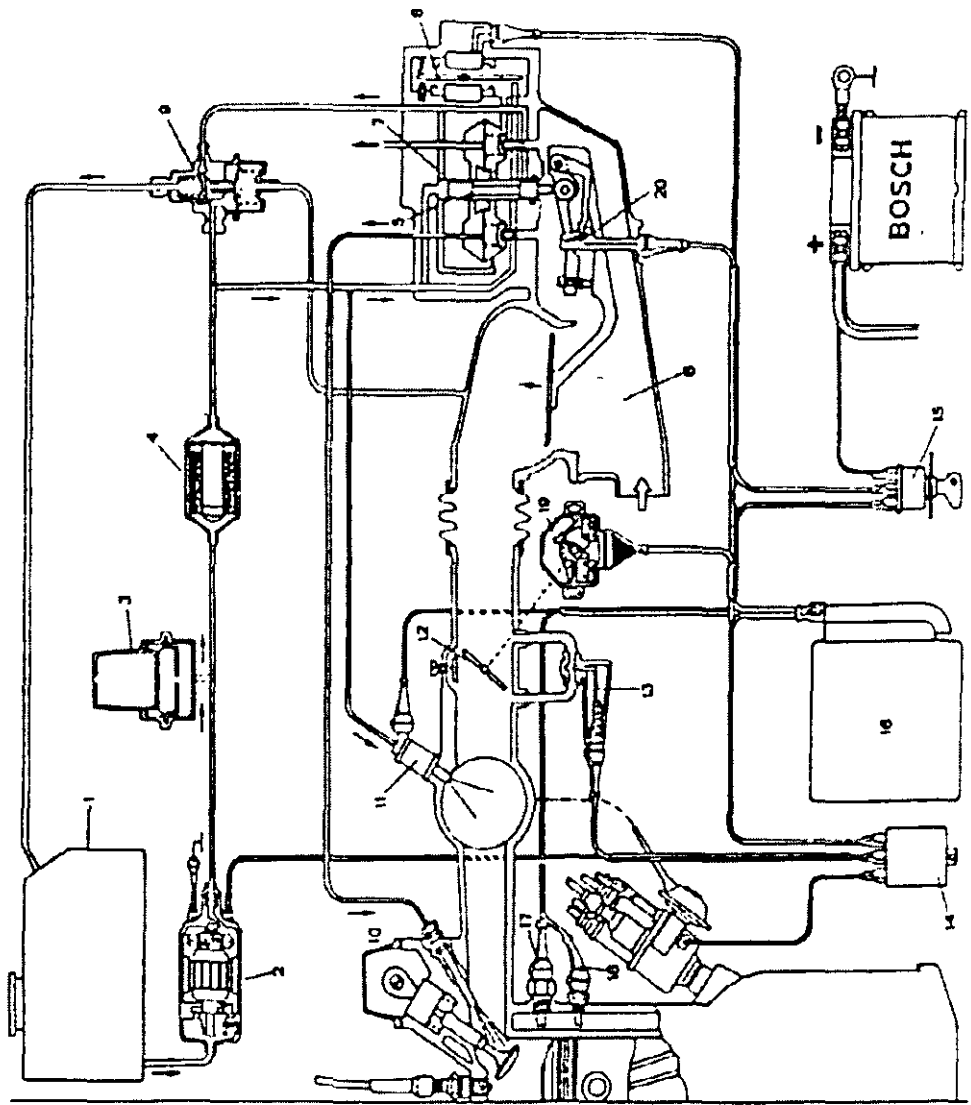


18-1

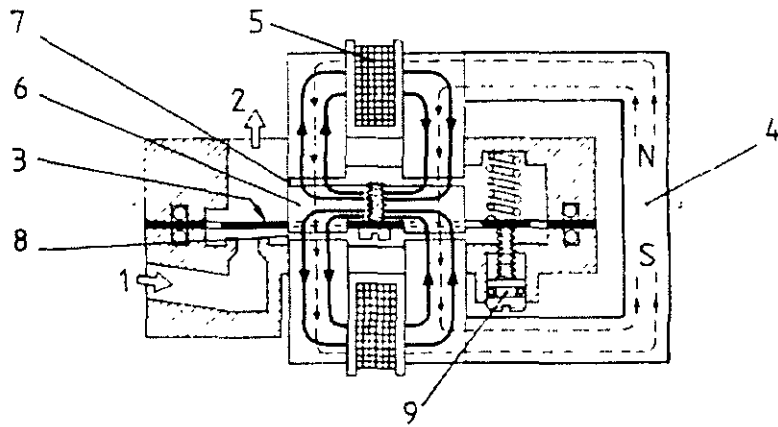
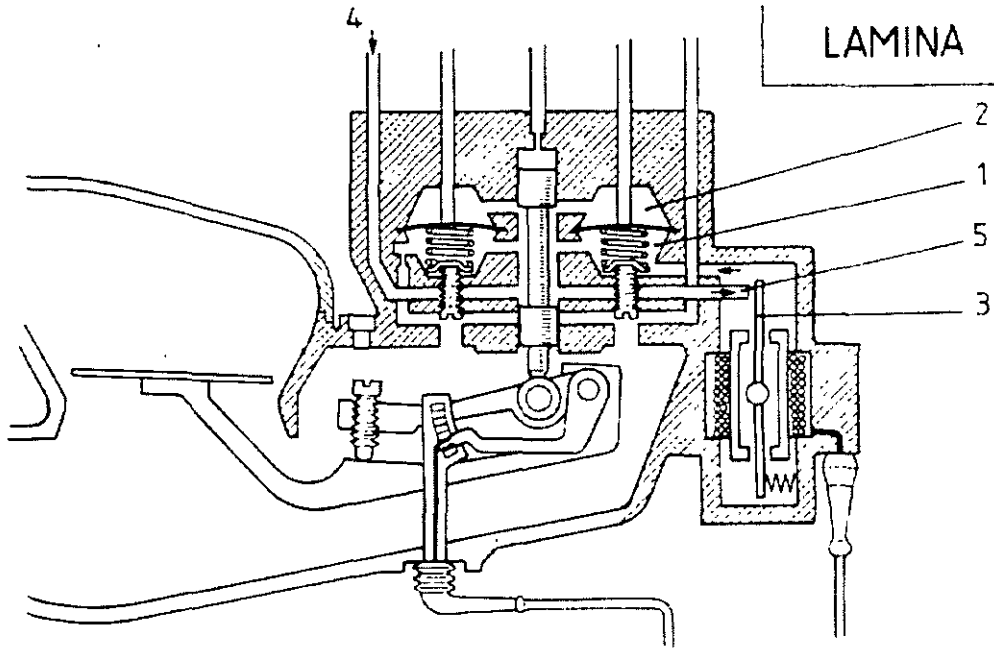
LAMINA 19

19-1

SISTEMAS DE INYECCION EN MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA

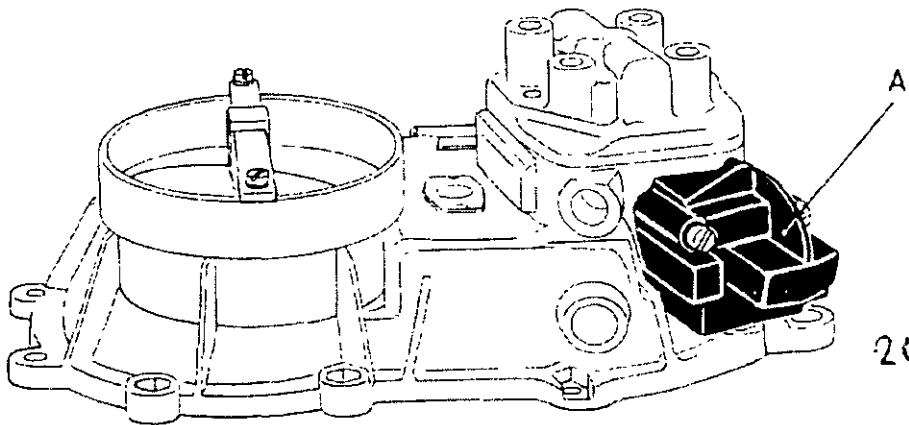


LAMINA 20

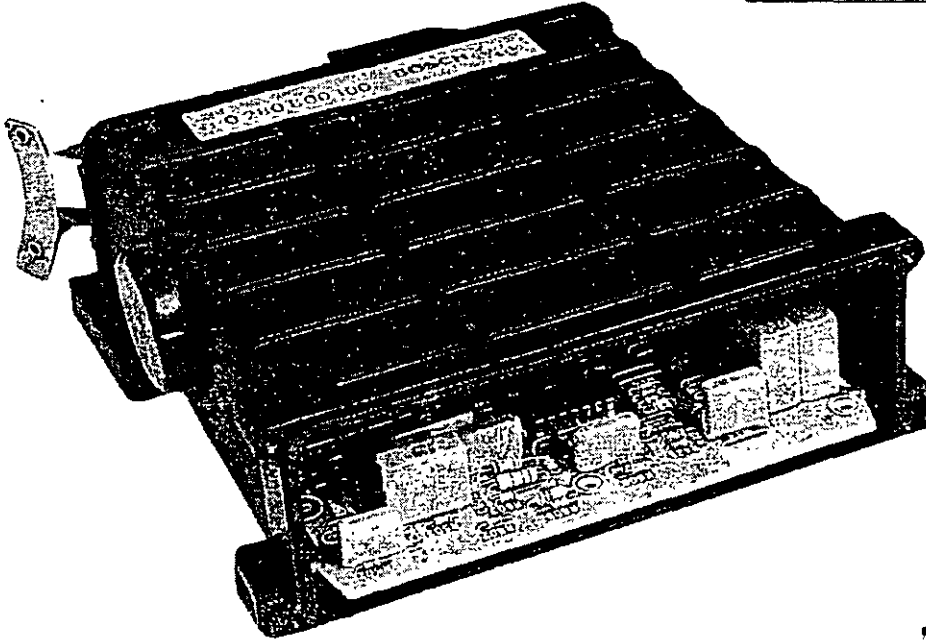


20-1

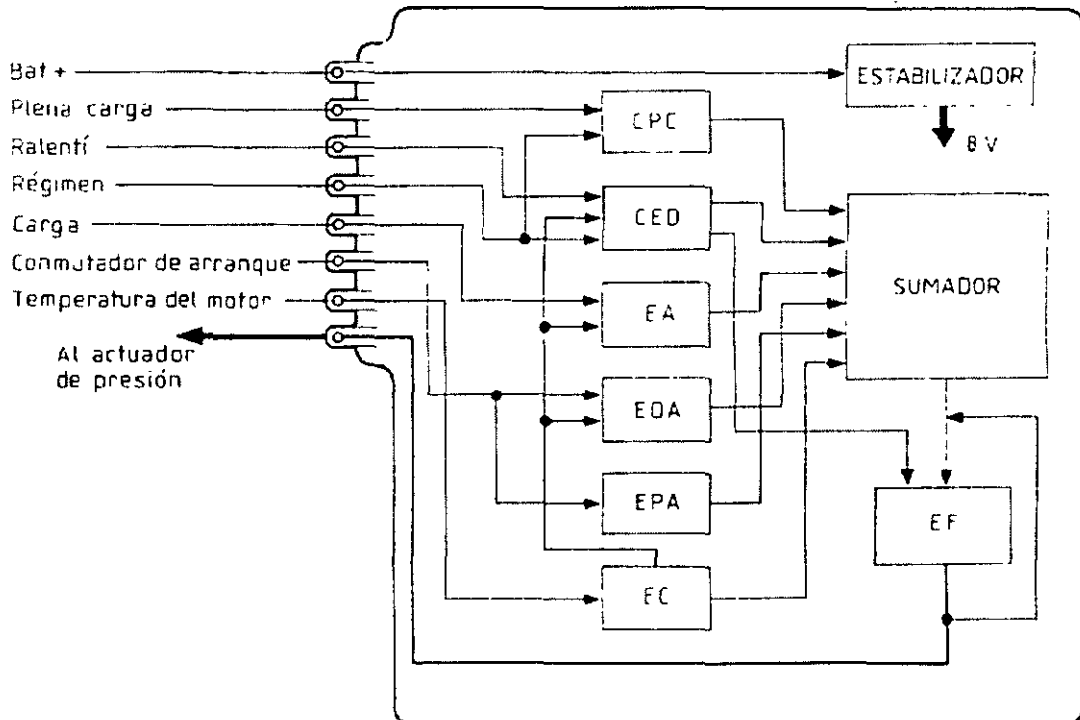
20-2



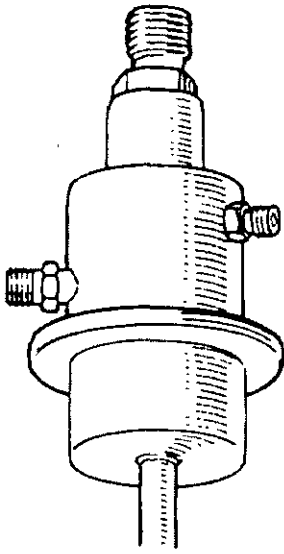
20-3



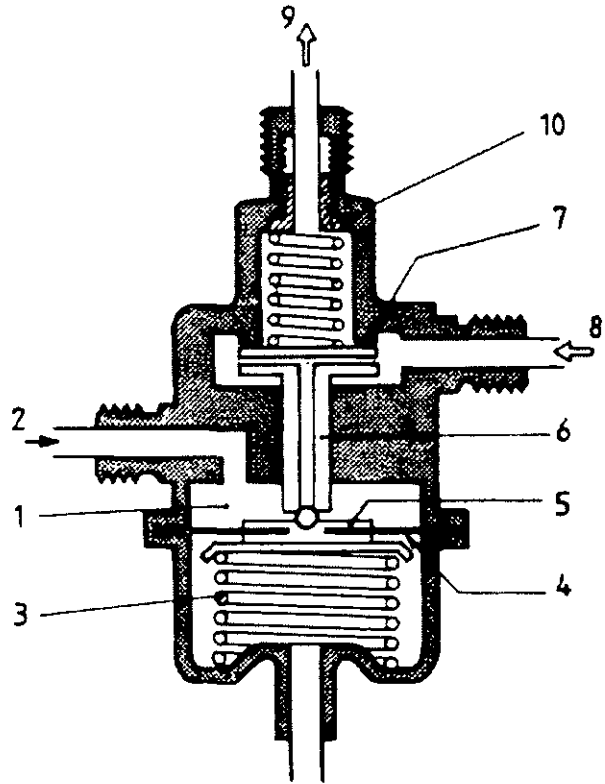
21-1



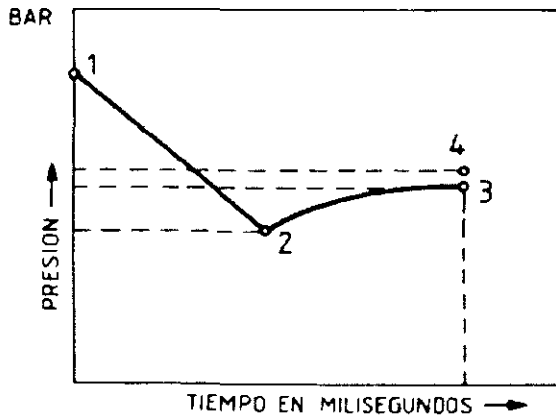
21-2



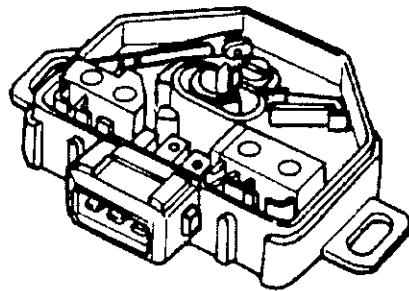
22-1



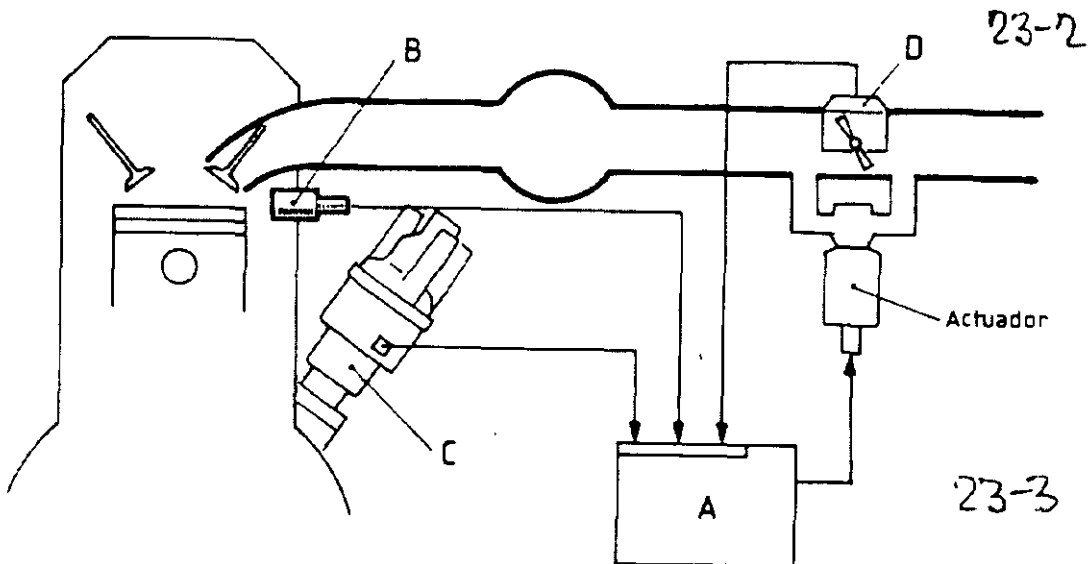
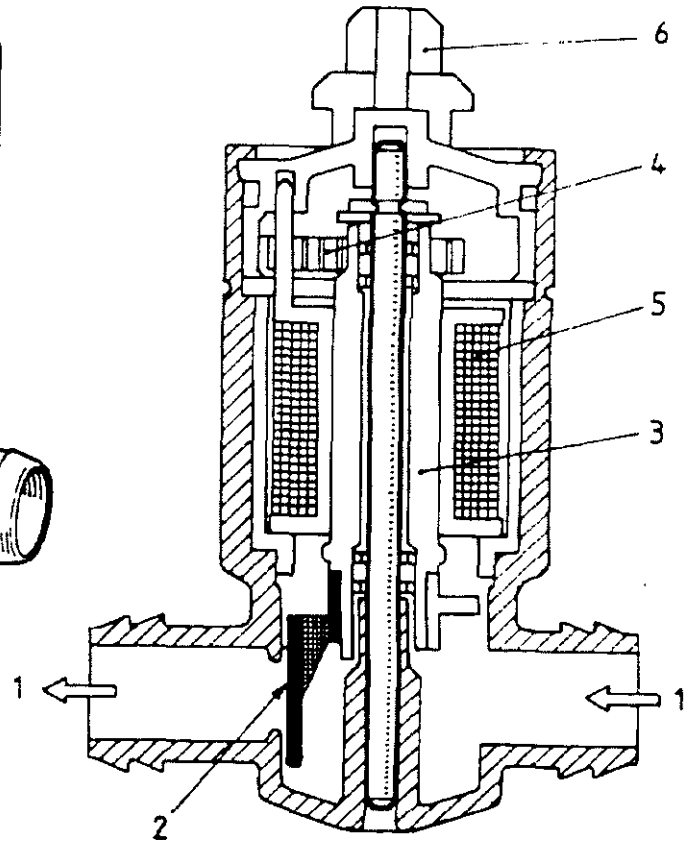
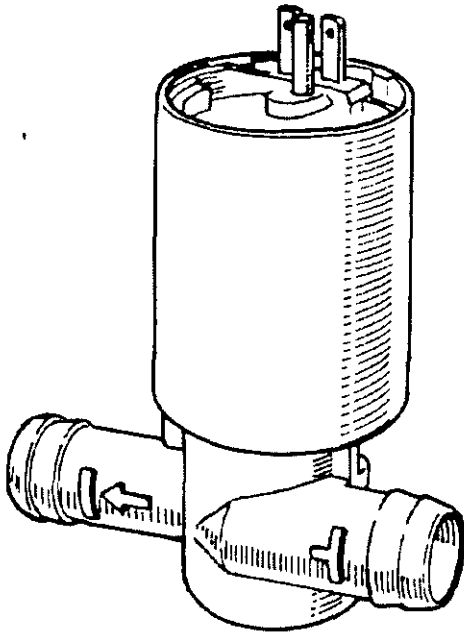
22-2



22-3



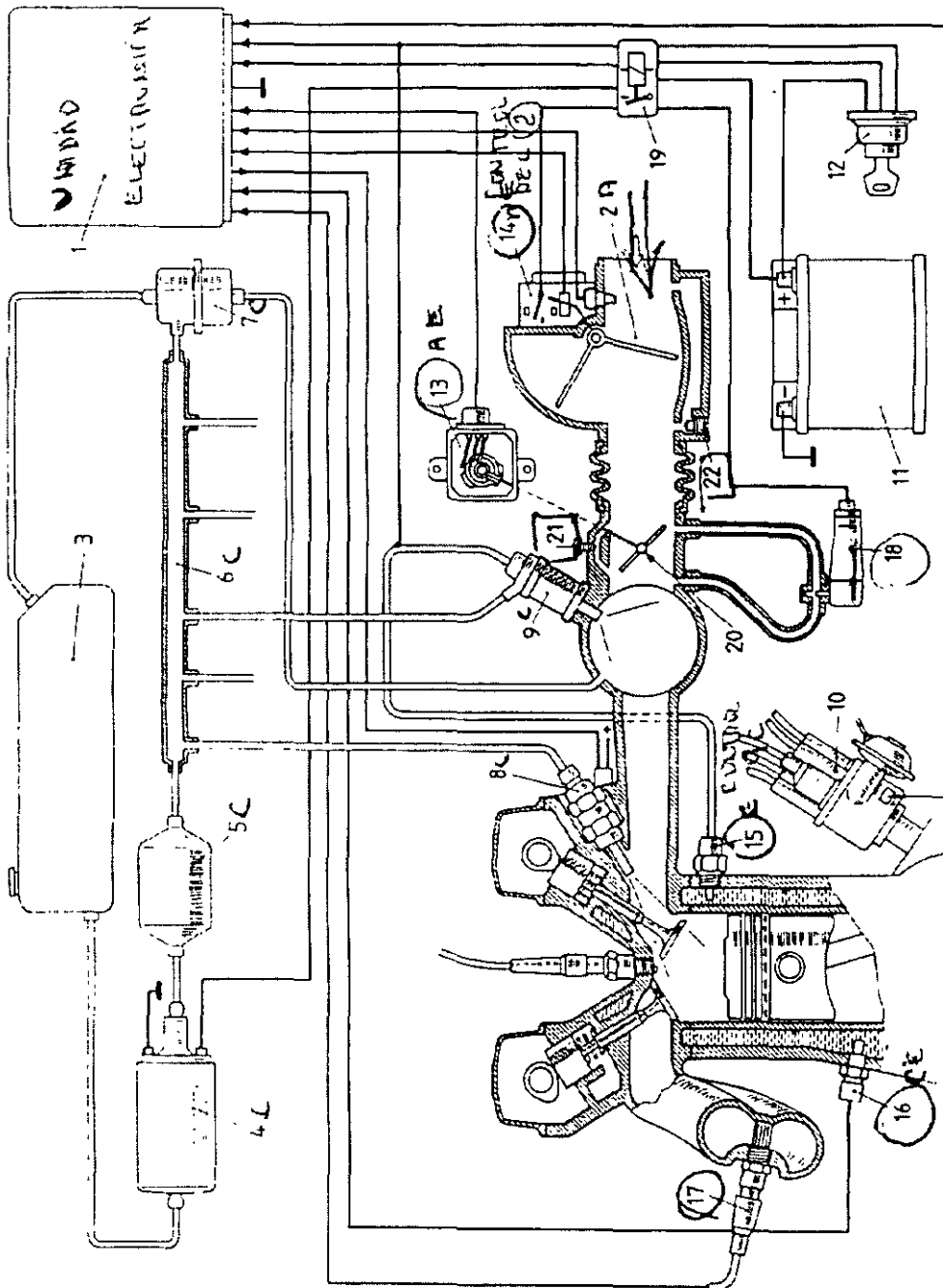
22-4



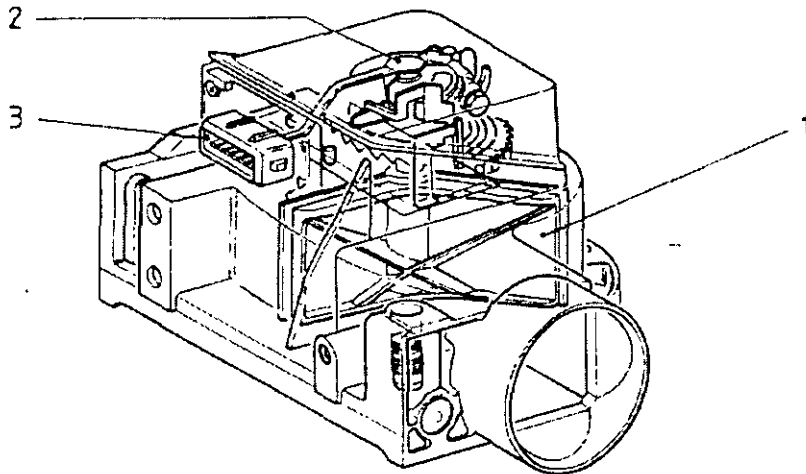
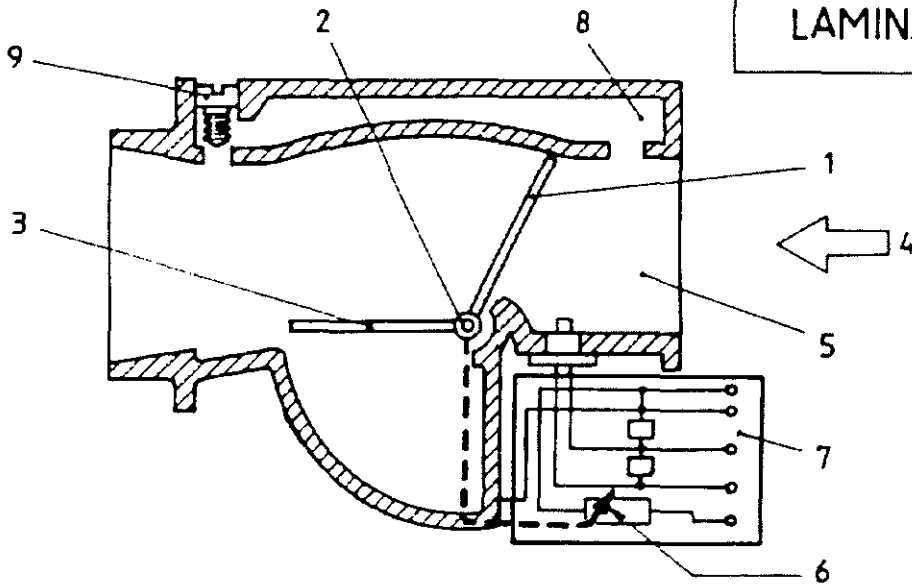


2.- LA AUDIENCIA  
14.- POTENCIALIDAD  
SECCION

A.- DISPOSITIVO CONTROL PINE  
B.- DISPOSITIVO CONTROL CATERPILLAR  
E.- DISPOSITIVO CONTROL ELECTRONICO

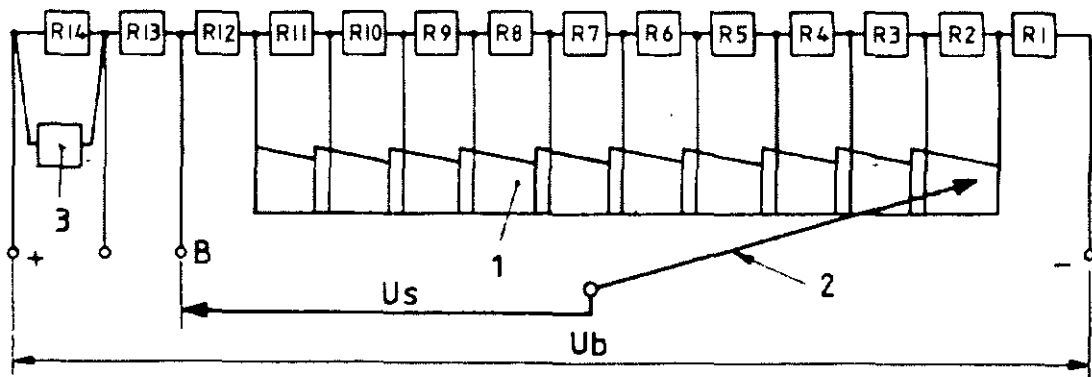


24-1

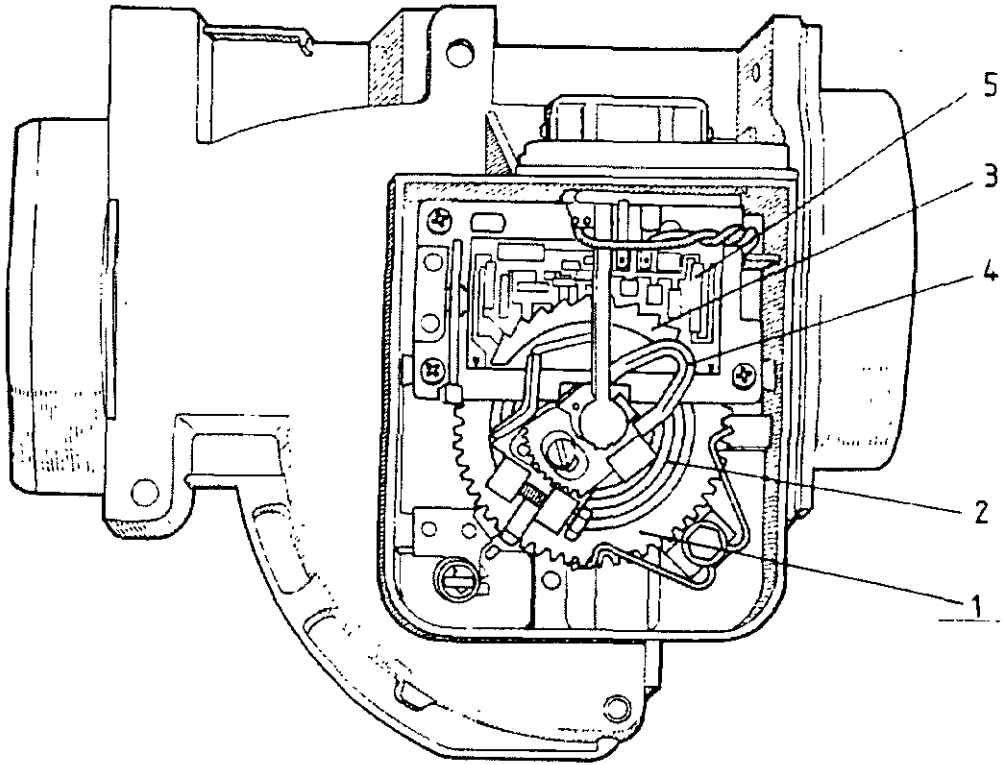


25-1

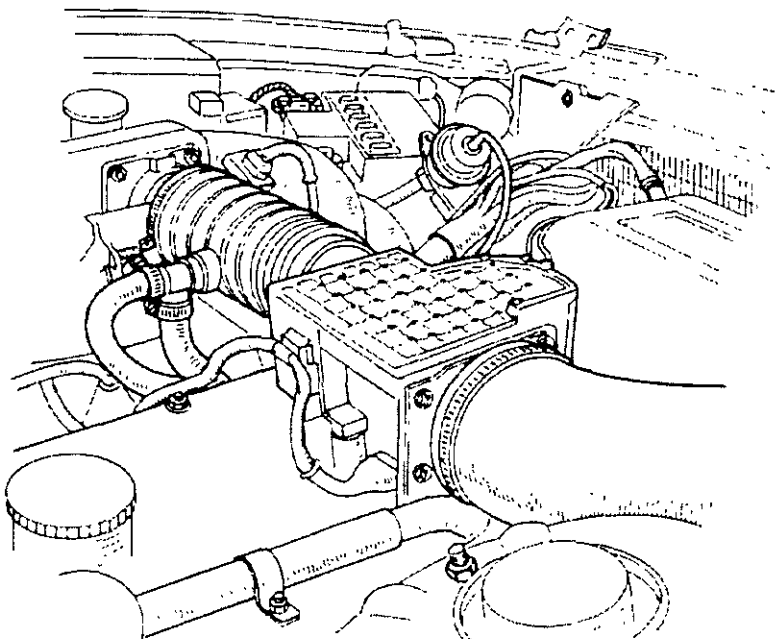
25-2



25-3

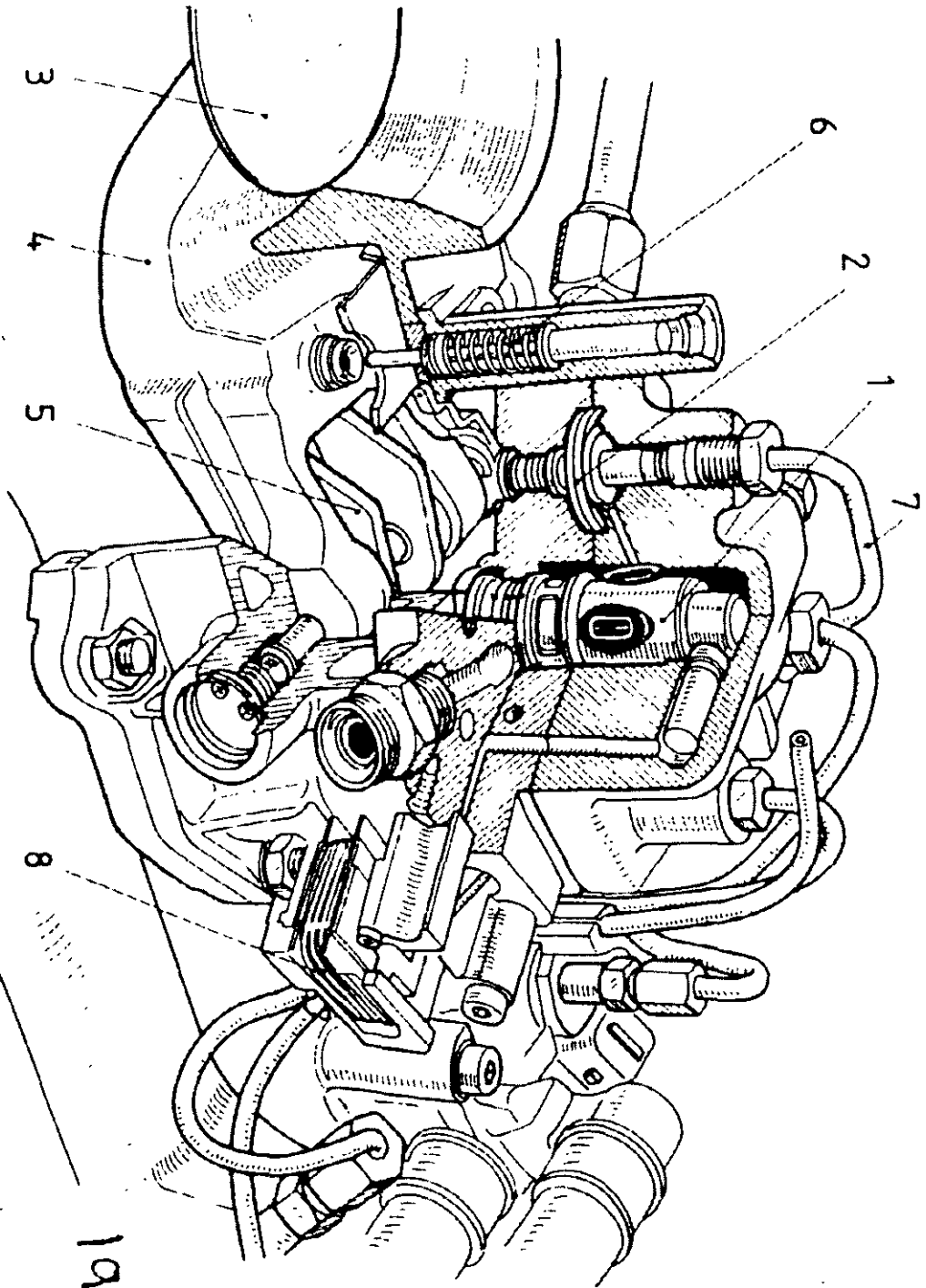


26-1

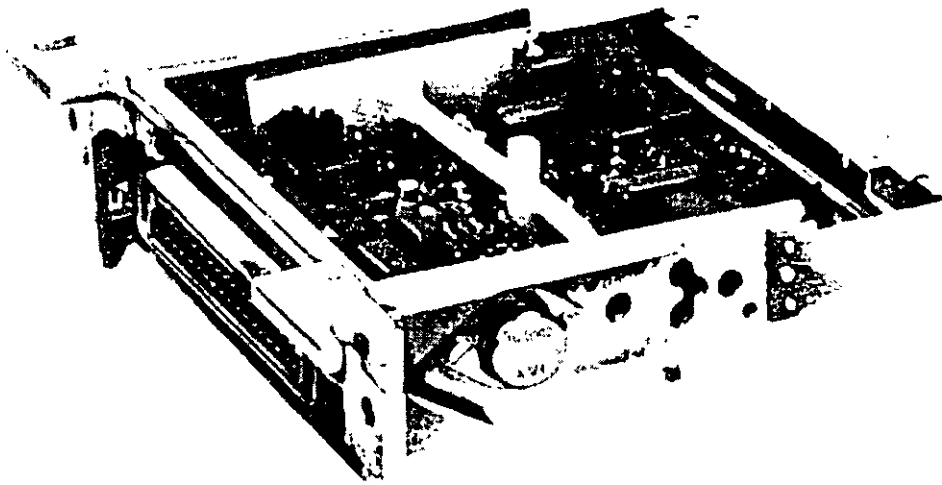


26-2

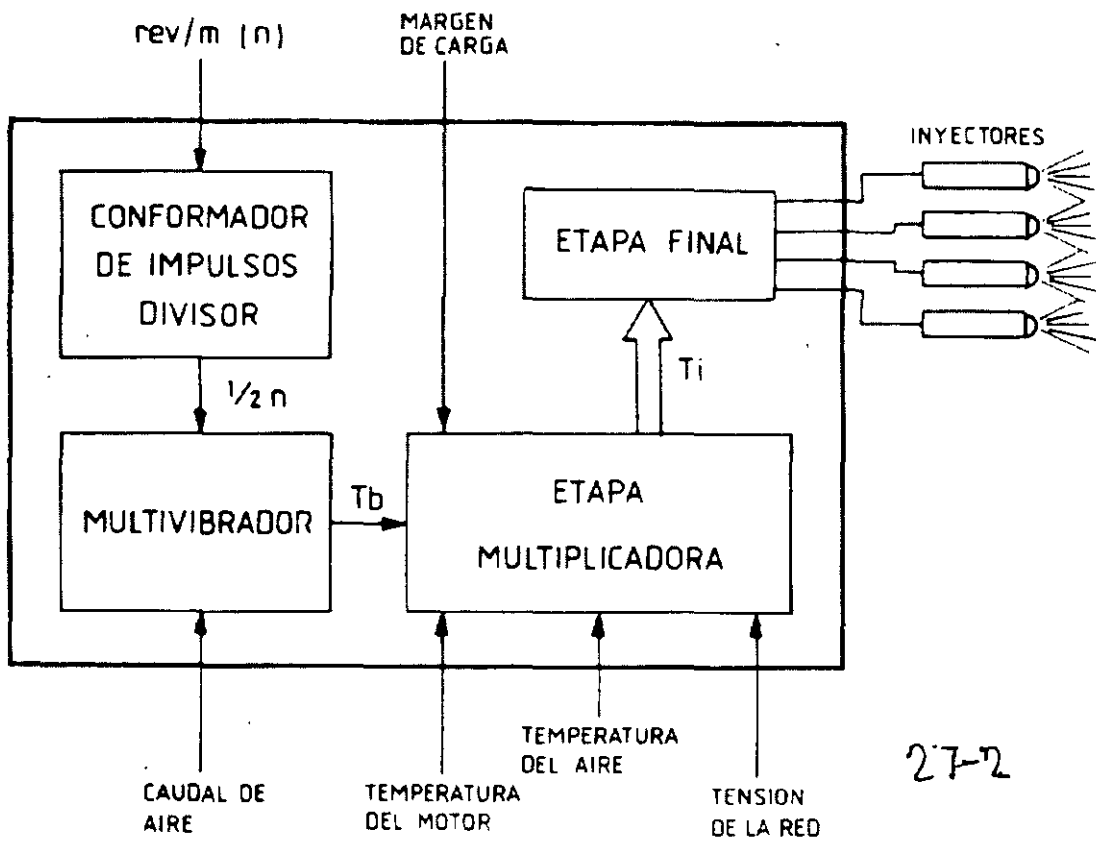
SISTEMAS DE INYECCION EN  
MAQUINAS DE COMBUSTION  
INTERNA



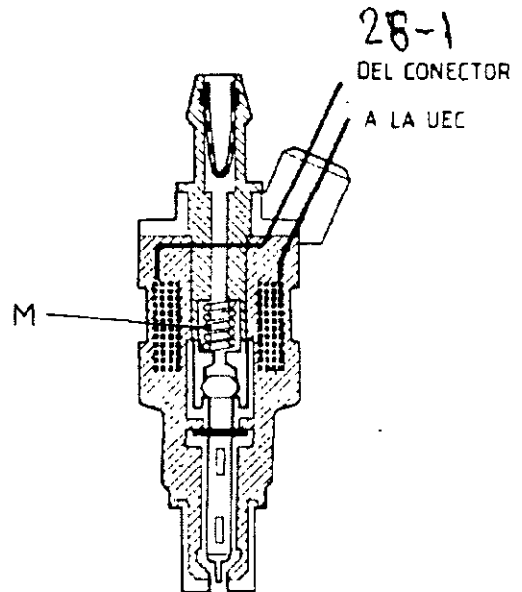
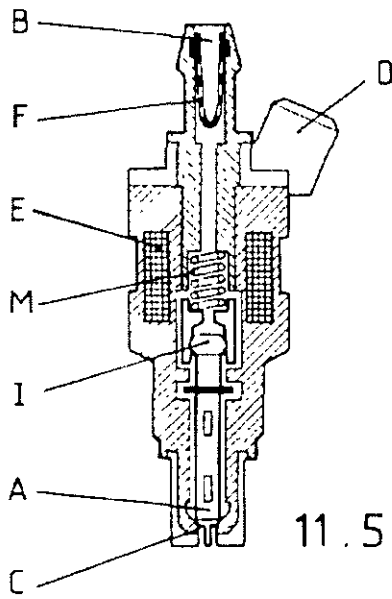
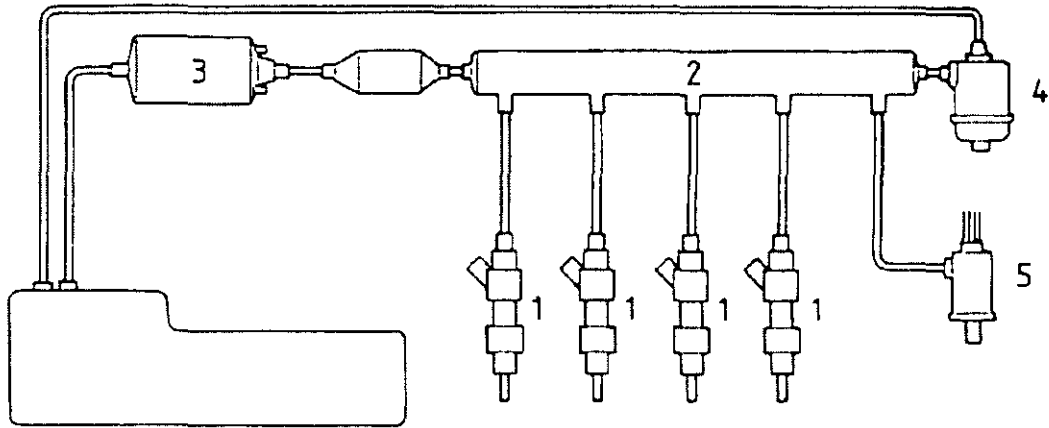
19.2



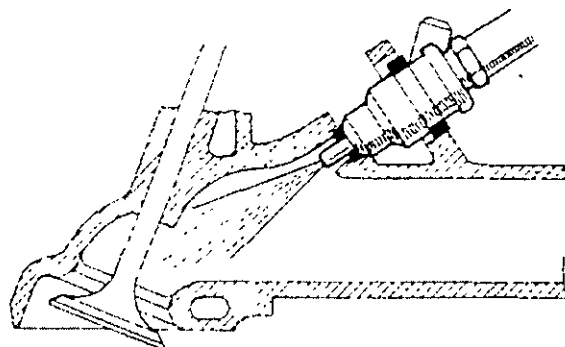
27-1



27-2



28-2



28-3



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

## CURSOS INSTITUCIONALES

# MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE MOTORES DE FUEL INYECCIÓN EN MODELOS 2000

Del 10 al 22 de Noviembre del 2003

## *APUNTES GENERALES* *TERCERA PARTE*

CI - 325

Instructor: Ing. Francisco Macias Ortega  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
NOVIEMBRE DEL 2003

## PRESIÓN DE CONTROL (Lamina 9)

Es la que actúa en la parte superior de la válvula corredera y que permite la modulación de la misma, a las oscilaciones del movimiento de la corredera.

En la figura 9.1, la presión del circuito de la gasolina en el conducto (1), tiene un estrangulamiento en (2) que llega a la entrada del compartimiento superior (3) de la válvula corredera, en donde, está presión se opone a la elevación de la corredera, obteniéndose así las oscilaciones. Otro estrangulamiento (4) permite dar salida a la gasolina al aumentar el recorrido de la válvula corredera.

La fuerza ejercida por la presión de control en la parte superior de la válvula corredera, permite las no oscilaciones originadas en el movimiento del plato-sonda al crear la aceleración del vehículo.

Cuando el motor se pone en marcha existe menor presión en la parte superior de la válvula corredera, existiendo por consiguiente mayor dosificación.

Regulador de presión.- (fig. 9-2) Es el dispositivo que regula la presión del combustible de todo el circuito, y principalmente a la inyección del combustible a la cámara de combustión. El dispositivo consta de un pistón (1) en movimiento, y en su punta cónica mantiene sostenida a la cámara (3) en reposo, debido a una acción de muelle (2). Cuando empieza a funcionar la electro bomba, asciende la presión en el circuito del combustible (fig. 9.3) y se desplaza el pistón (1) Dejando pasar la gasolina por el punto (4); esto permite disminuir la presión al punto deseado de operación, por lo anterior la disposición de cerrado de regulador de presión es la de operación del circuito.

Al desplazamiento del pistón (1) el área (A) se despega de su asiento, al vencer la resistencia del resorte (B) desde el extremo del pistón (c), teniendo una pérdida por E y D.

## **Electro bomba** (Lam 10)

Es la parte generadora de presión y cantidad necesaria de gasolina para el circuito de combustible en el sistema de inyección a gasolina K - **Jetronic** del tipo mecánico. De la Fig. 10 - 1 se ejemplifica su forma tradicional y en la correspondiente en la figura 10 - 2, la bomba consta principalmente del aspecto de un motor eléctrico tradicional de un rotor (1) **colector** y juego de escobillas (2) y su estator (3). Integrador a rotor (1) se encuentra en un concepto hidráulico y cinemático, la disposición del combustible con una entrada en (A) en condiciones de presión atmosférica, entra al motor (1) en su diseño dinámico, al compartimiento, y primeramente a la periferia en



(B); posteriormente es arrastrado el combustible en la sección (C) que genera la presión deseada en el sistema.

La electro bomba tiene en si elementos de control de la presión en (5) que preemitirá la salida de flujo a dicha presión, existiendo un dispositivo adicional (4) que permitirá la salida del flujo innecesario para bajar la presión excedida.

## FILTRO Y ACUMULADOR (LAM II)

El filtro de combustible para el sistema de inyección a gasolina deberá ser acorde a lo especificado a cada marca y modelo de automóvil, un alto grado de filtrado permitirá una gasolina totalmente limpia. En la Fig. 11 - 1 se muestra su configuración exterior, consta de papel filtrante (1) y un tamiz de malla metálico (2).

El acumulador de combustible en un regulador de presión para todo el subsistema y es instalado a la salida de la bomba, a si como amortiguador a las posibles vibraciones producidas por la bomba.

En la Fig. 11 - 3 el regulador de presión que consta de: una cámara de aire en que la muelle calibrada (2) ejerce su máxima presión sobre la membrana (3), en tal forma que la cámara (4) con gasolina queda reducida, aun mínimo volumen; teniendo una entrada (5) y salida de gasolina(6).

Al aumentar la presión del circuito, la cámara (1) aumentara su volumen, y su condición variara a Fig. 11 - 4 en donde el muelle (2) es comprimido, al aumentar la velocidad de la cámara (4) y por consiguiente el desplazamiento de la membrana (3) y un volumen diferencial (7).

Para mantener la presión del acumulador dispone de una lamina (8) que permite la entrada del liquido ( a mayor presión ) y tiene un orificio menor (9) que permite la salida en menor cantidad para la regulación de la presión.

El dispositivo cuenta con un deflector (10) en el paso del combustible al desplazamiento de la membrana por mayor presión, en la cámara (1) se tiene un orificio de salida (11) para evitar el vacío.

## FLUJO DE AIRE ADICIONAL Lamina 12.

La función de flujo de aire adicional (12-1) es permitir el paso del aire suficiente al arranque del motor y durante el periodo de calentamiento aun sin tener la apertura de la mariposa por aceleración.

El flujo de aire es por un conducto disponible entre la entrada y salida del aire referido a la mariposa (By - Pass) que controla este paso.

De la Fig. 12 - 2 el conducto de By Pass (1) se tiene totalmente abierto, el elemento para cerrarlo (2) y comportamiento cerrado total (3) impedirá el paso del aire en forma definitiva, en una posición de apertura del elemento (2), se tiene una barra bimetálica (4) y una resistencia eléctrica envolviéndola en un posición rígida y sin energía respectivamente. Lo anterior es por la condición del inicio de la operación del motor, en donde el régimen de temperatura empezara a ser alcanzado.

La energía eléctrica del dispositivo de control del flujo de aire adicional esta controlado por un interruptor térmico temporizado que detectara la elevación de la temperatura de operación del motor, y por el conducto del **rele** de mando; manda la señal eléctrica a la resistencia (5) Fig. 12 - 3 y calentara la barra Bimetálica (4) y se produce el efecto físico que cerrara el elemento (2) al contraerse en la forma indicada. El motor se encuentra operando bajo su régimen normal por que se encuentra cerrado el flujo de aire adicional.

### REGULADOR DE MANDO Y CALIENTAMIENTO LAMINA 13

Corresponde a la dosificación de la gasolina y del flujo adicional de aire necesario en marcha lenta, sin operar el acelerador. La cantidad de aire necesario en esta condición, requiere de una proporción determinada de gasolina, que será suministrada por el regulador de mando y calentamiento.

Cuando el motor se encuentra frío al inicio de su operación (Fig. 13-3) del diafragma (1) se halla flexionado por la varilla bimetálica (4), esta situación se da por la señal que se origina por el interruptor térmico temporizado y al pasar por el relè de mando, que controla el valor de la corriente recibida y enviada. El rele de mando actúa simultáneamente en el regulador de mando y del flujo adicional de aire.

Al encontrarse flexionada el diafragma (1) al comprimirse el resorte (5) por la acción del desplazamiento de la varilla bimetálica (4) como ya se explico.

Dada la situación indicada el regulado de presión, manda la gasolina de la presión de mando (2) a un circuito de rebuse (3) habiendo que la presión de mando disminuya, en proporción de la apertura de la membrana (1).

Lo anterior motiva un proceso de calentamiento del motor, en donde la señalización del interruptor temporizado no se envía al obtener la

temperatura normal de operación. El sistema también es utilizado como un suministro adicional de combustible en casos de requerimientos de mayor carga y velocidad.

En la lámina 14 y de la Fig. 14-1 puede darse la forma ideal que tendrá la presión de control para incidir en la dosificación en todos los momentos de carga, a mayor carga se disminuye la presión ejercida por el resorte para obtener mayor dosificación

Este ajuste se realiza por medio de una válvula de vacío adicional que forma parte de la caja de calentamiento Fig. 14-2. es un dispositivo similar al correspondiente de la lámina 13 con la adición de una válvula de vacío (V).

Su funcionamiento consiste en que en el interior de la cámara (1) se encuentra conectado al colector de admisión del motor por medio del conducto (2) manteniéndose las mismas condiciones de presión en ambos compartimientos. La válvula de paso de presión del control (3) es igual, pero tiene dos muelles que pueden dar movimiento a ambos.

El muelle interno e inferior (4) descansa en una válvula de diafragma (5) que es sensible a la presión de la cámara (1). En posición estática la válvula (5) no interfiere en un movimiento de la válvula (6).

Cuando disminuye la presión en la cámara (1) la válvula de presión y la válvula de diafragma vuelven a la posición de reposo en forma progresiva y consiguiendo con ello el ir disminuyendo la fuerza que ejerce sobre el muelle y permitiendo la apertura del diafragma de la presión de control, Fig. 14-3.

Por lo anterior la salida del combustible del circuito de control, y la presión del control disminuye en la válvula corredera del regulador de mezcla, ello provoca un enriquecimiento de la mezcla en los momentos de mayor carga cuando existe una depresión menor en el colector.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

**MANTENIMIENTO Y  
REPARACIÓN DE MOTORES  
DE FUEL INYECCIÓN  
EN MODELOS 2000**

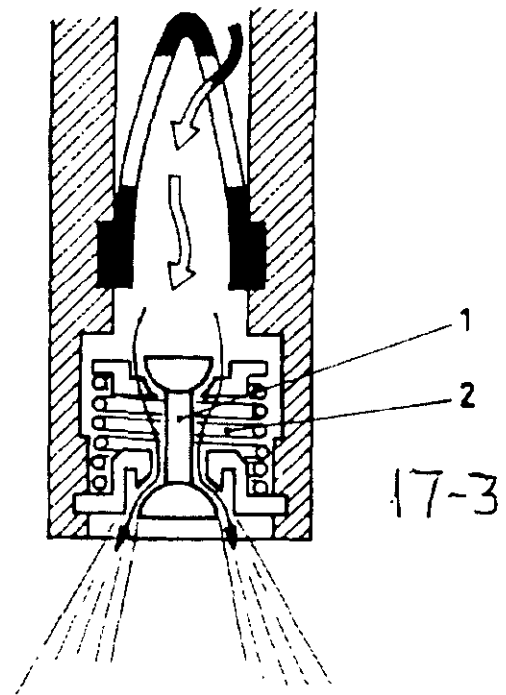
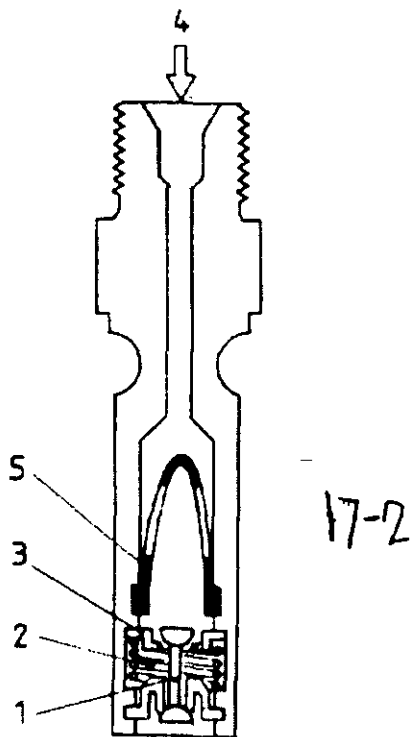
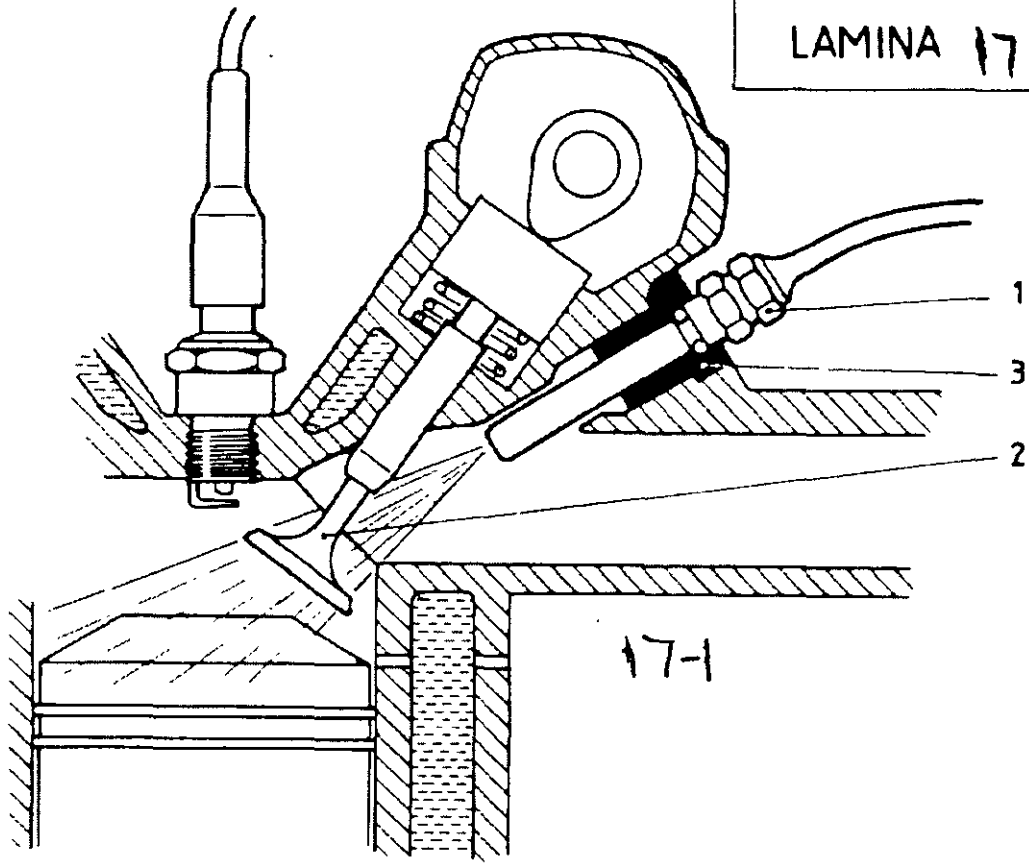
Del 10 al 22 de Noviembre del 2003

***ANEXOS TERCERA PARTE***

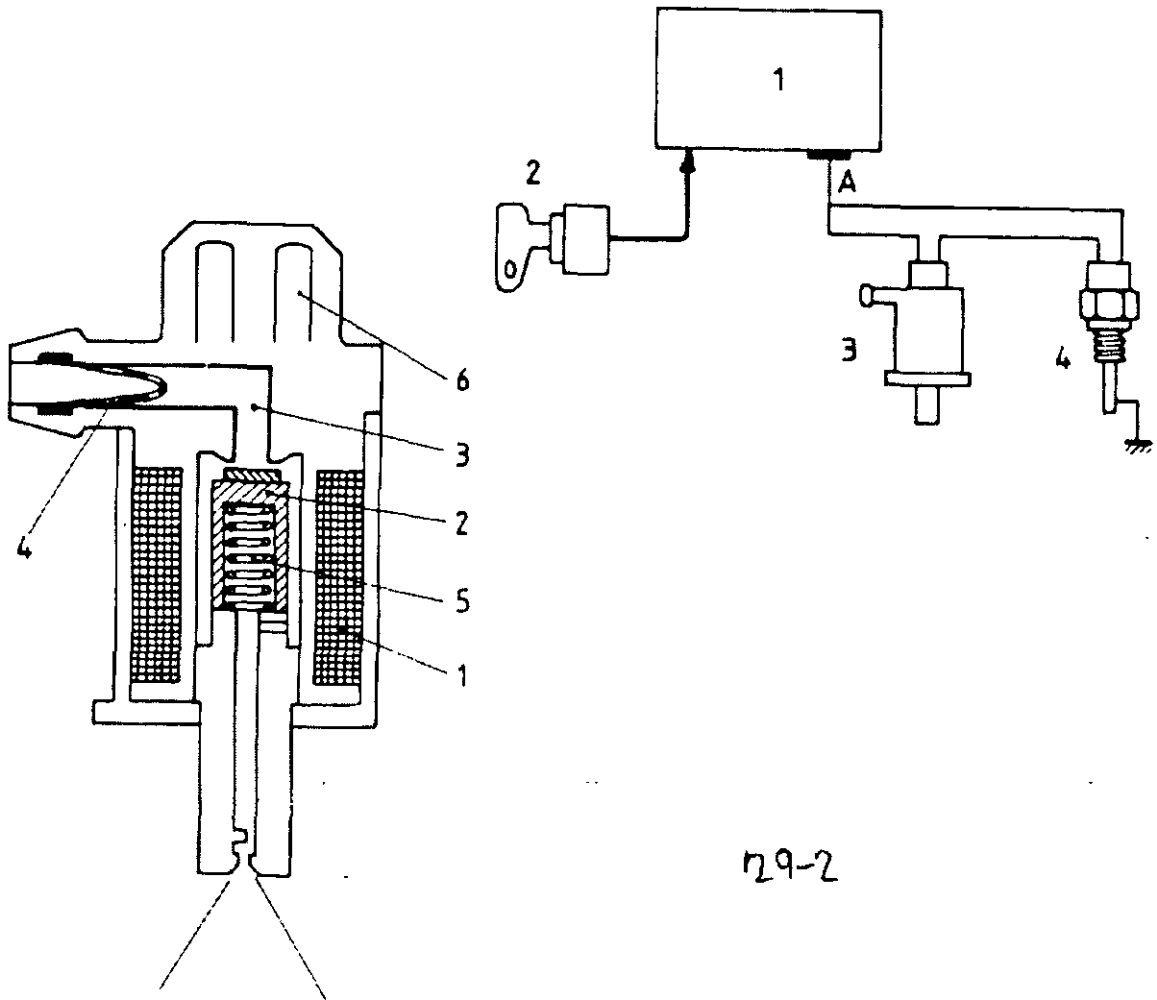
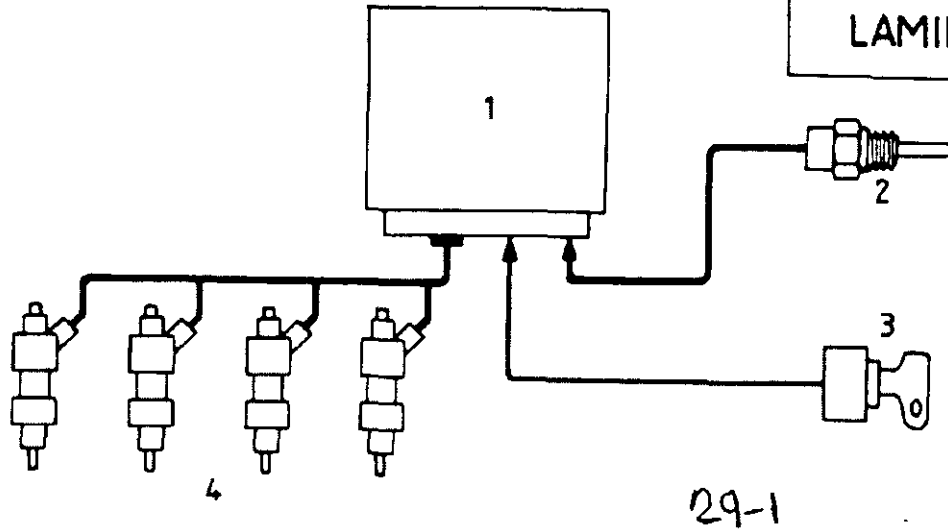
CI - 325

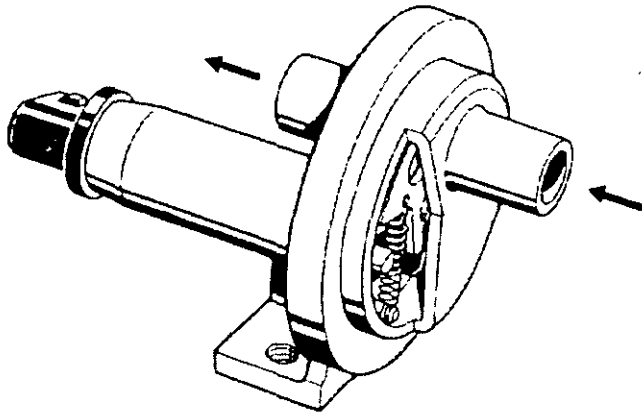
**Instructor: Ing. Francisco Macias Ortega  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
NOVIEMBRE DEL 2003**

LAMINA 17

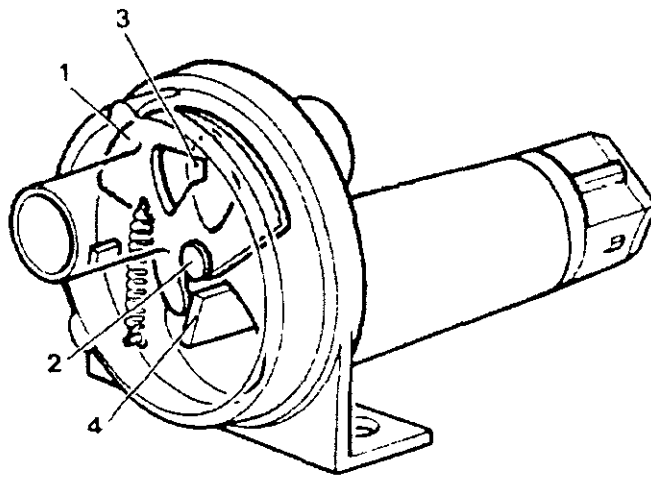


LAMINA . 29

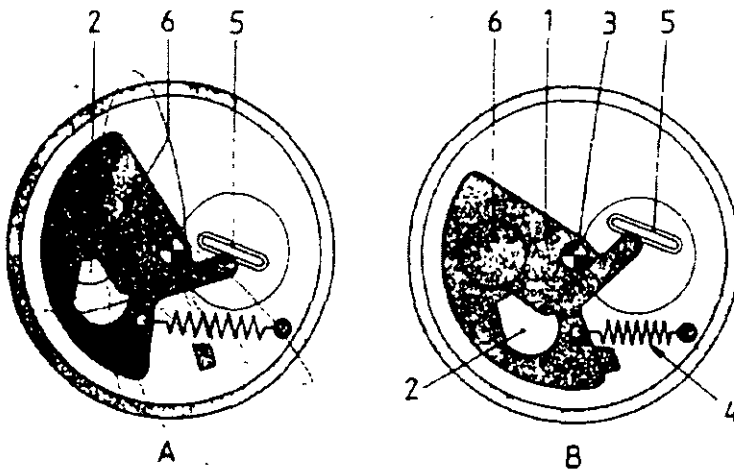




30-1

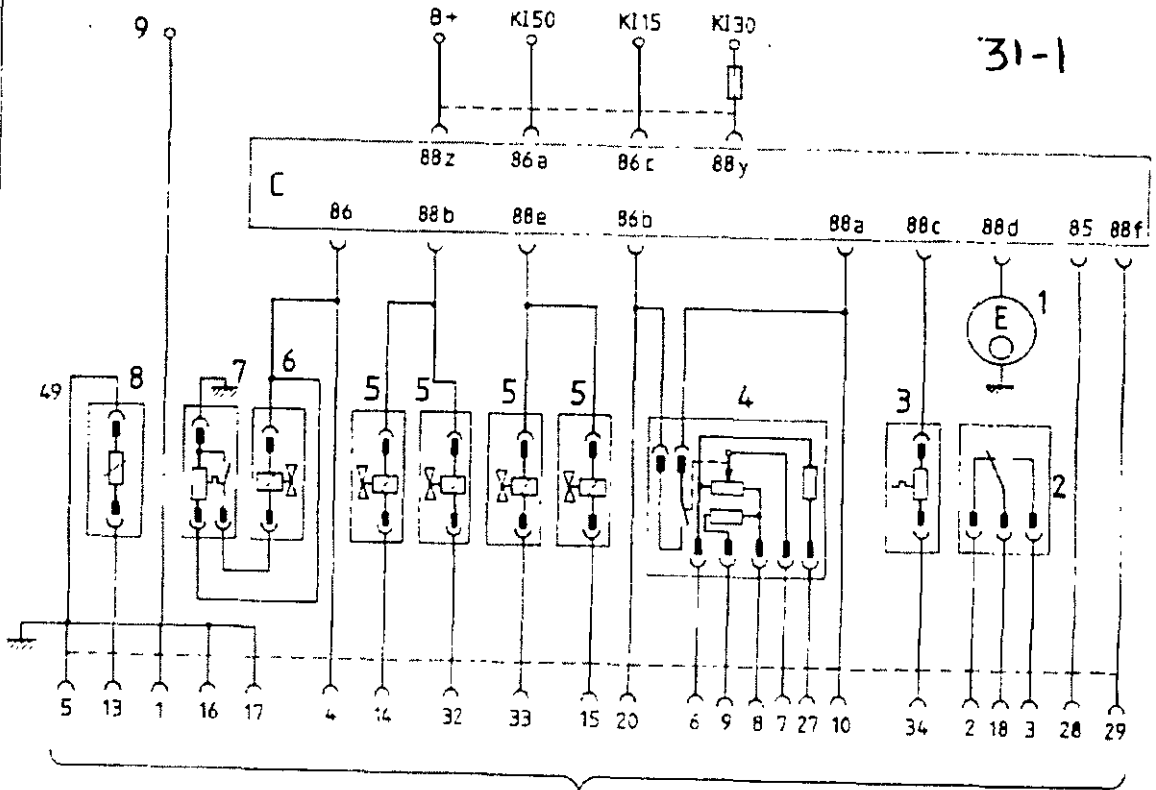
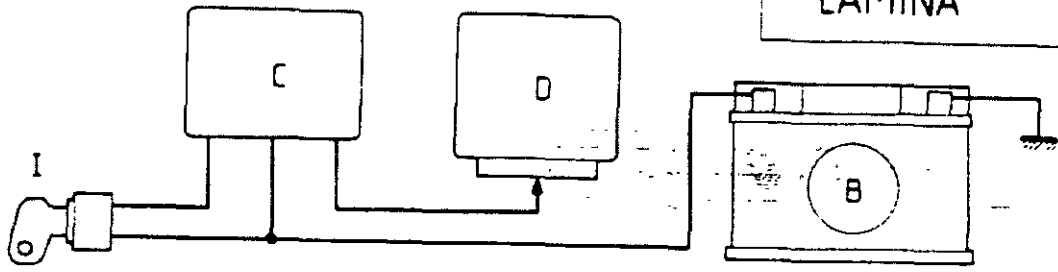


30-2

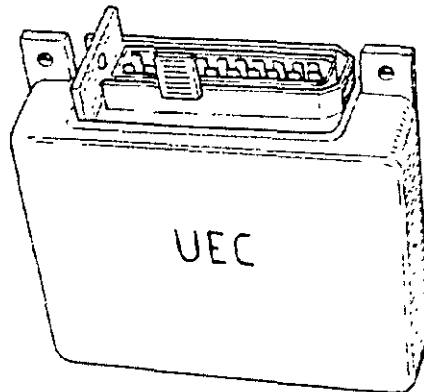


30-3

LAMINA 31

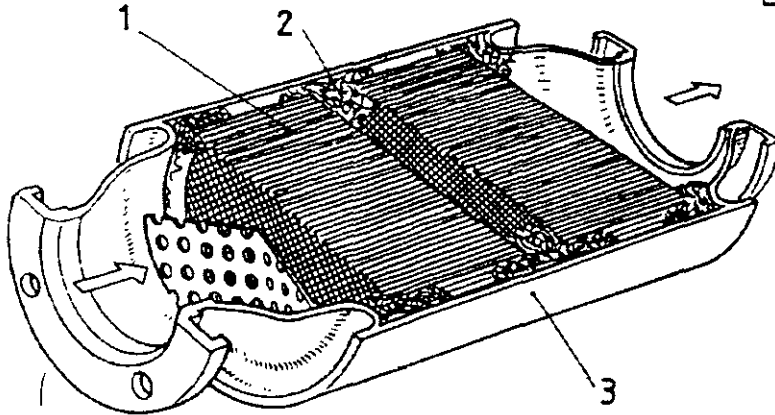


31-1

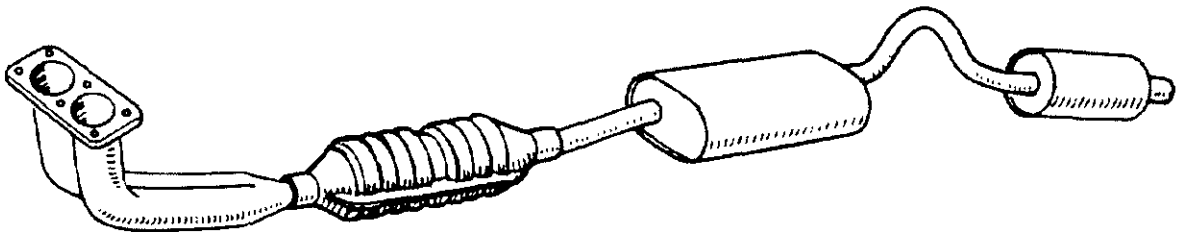


31-2

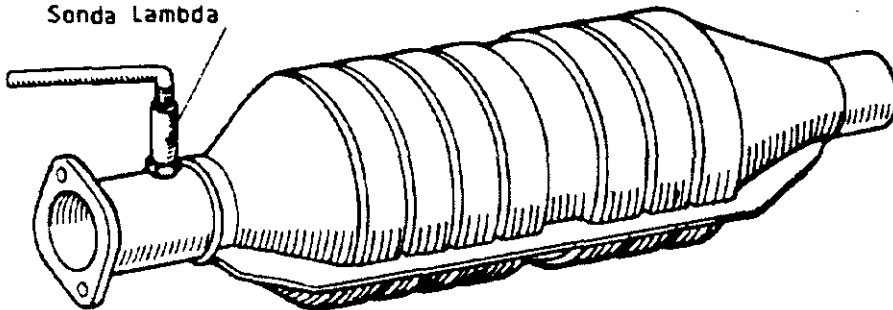




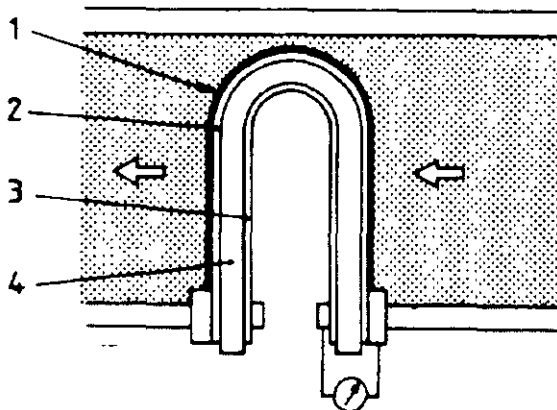
32-1



Sonda Lambda



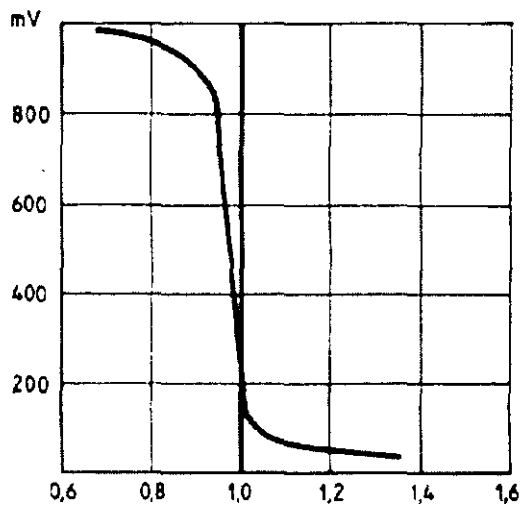
32-2



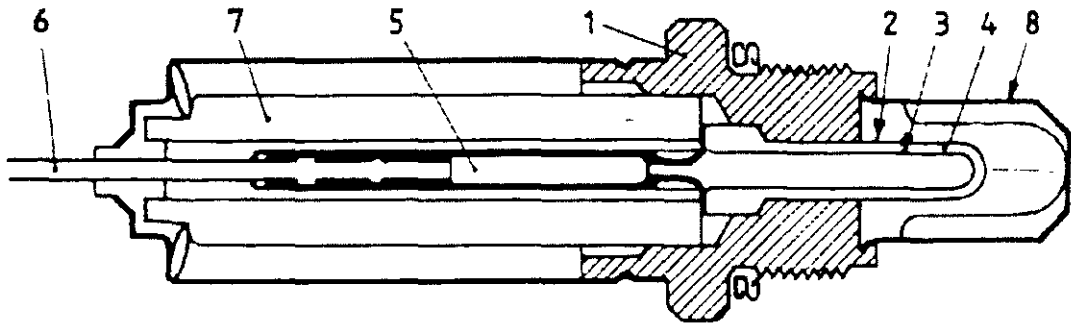
32-3

LAMINA

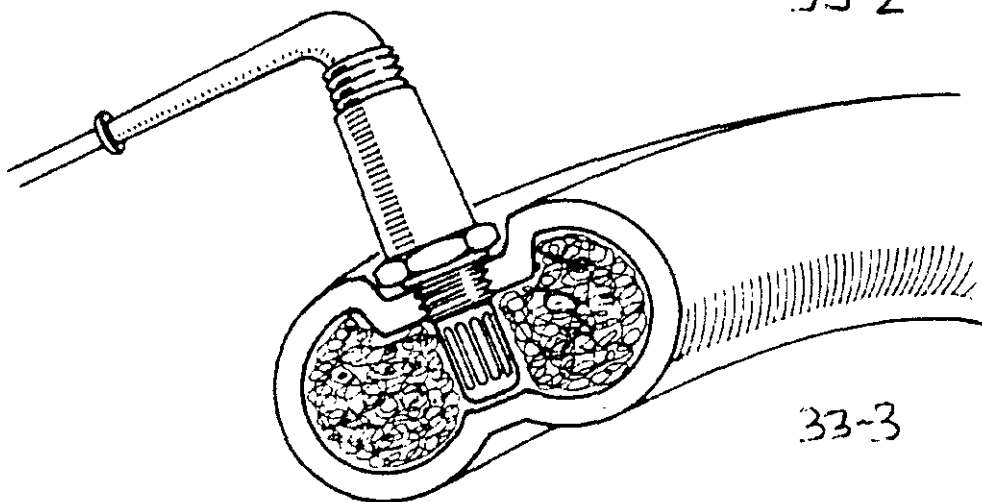
33



33-1

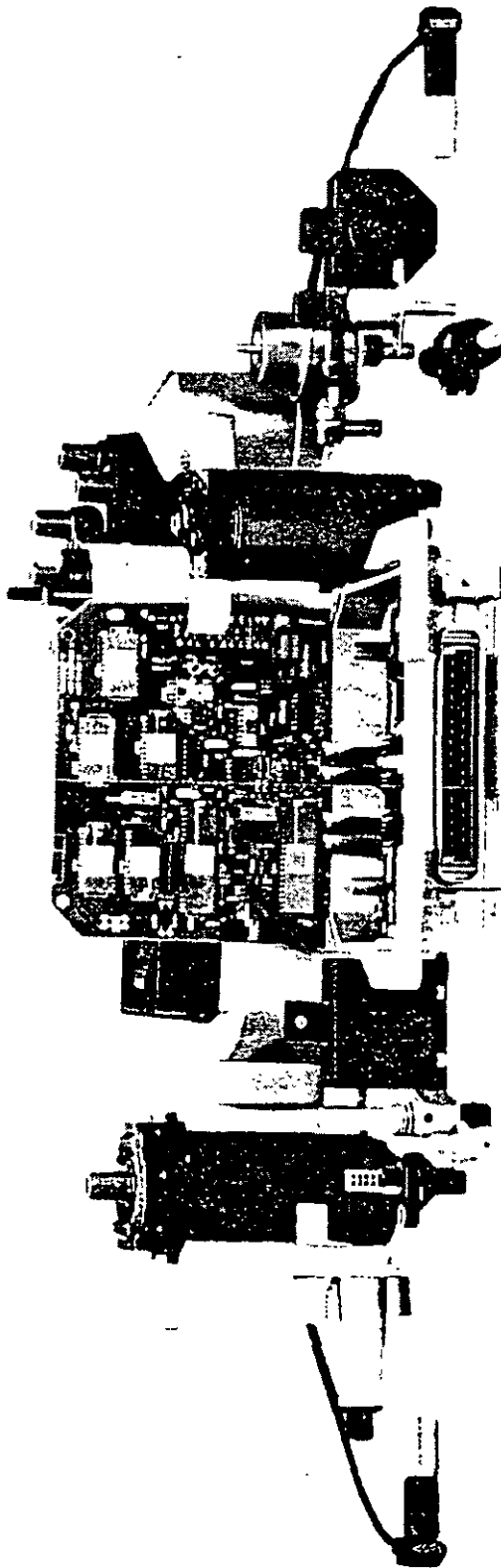


33-2

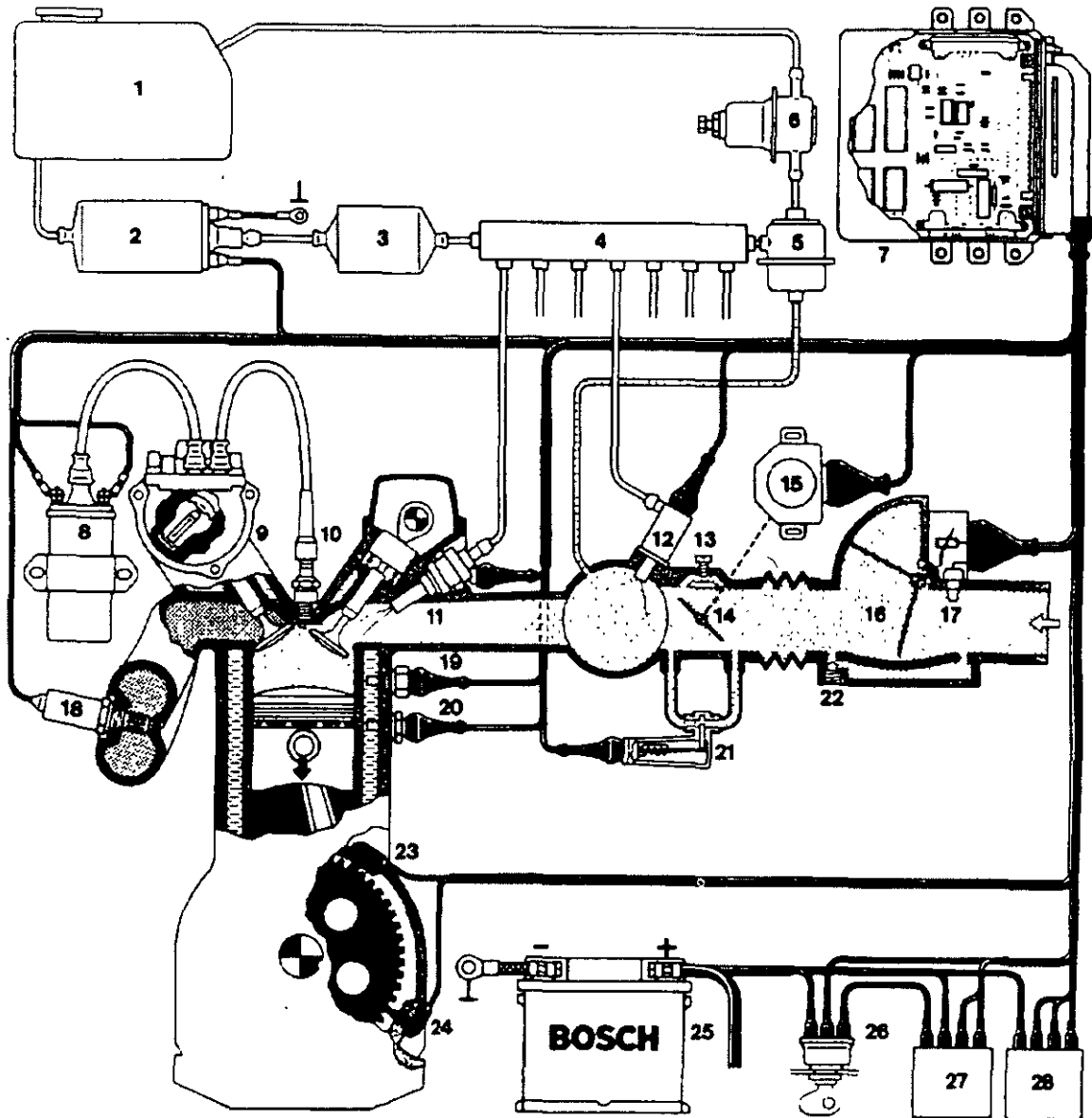


33-3

LAMINA 34

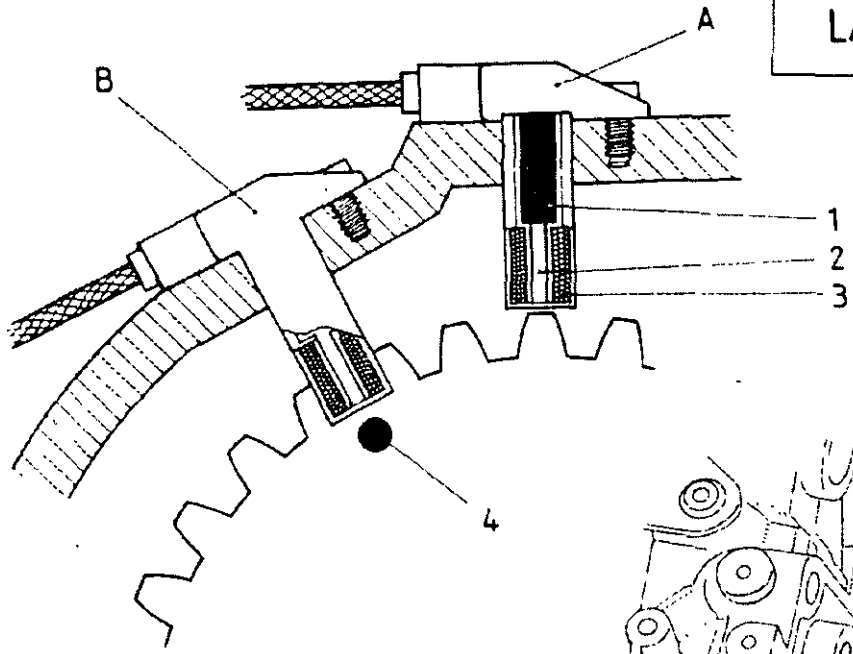


34-1

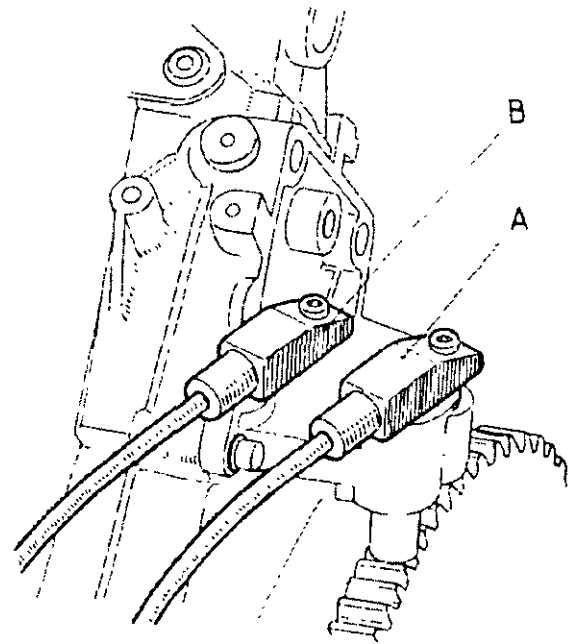


35-1

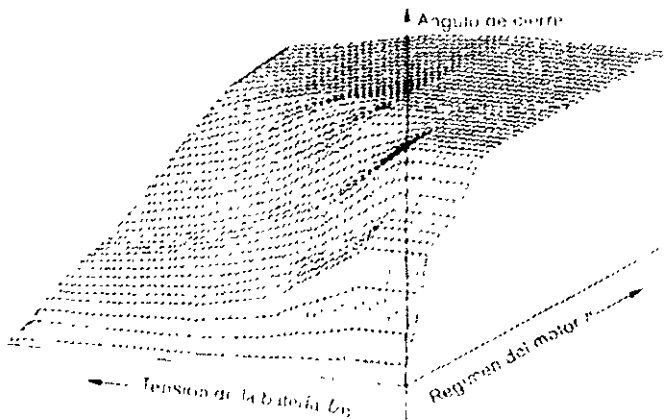
LAMINA 37



6.7  
37-1



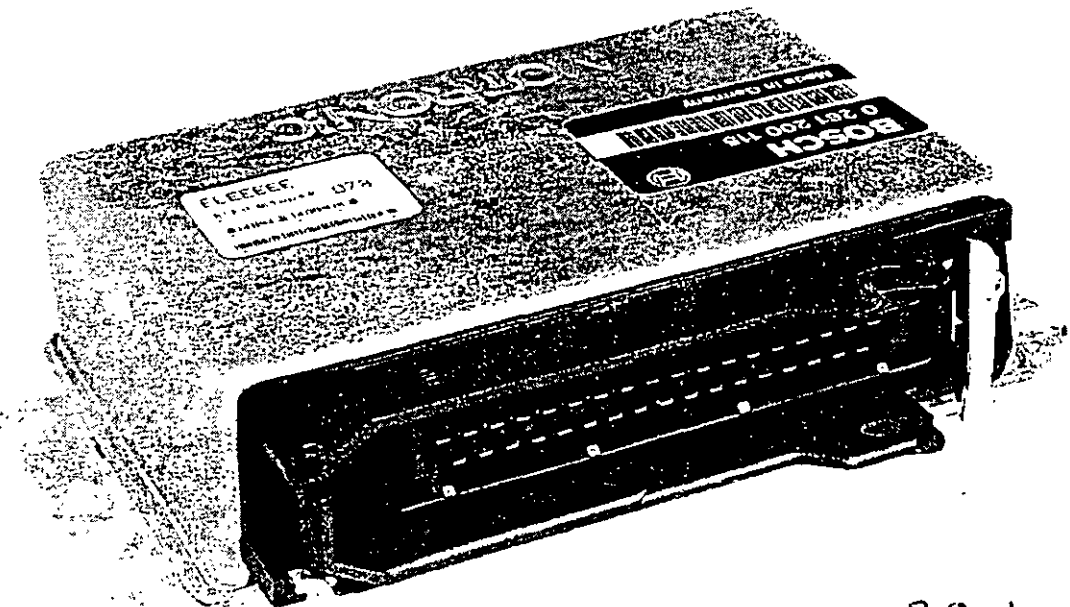
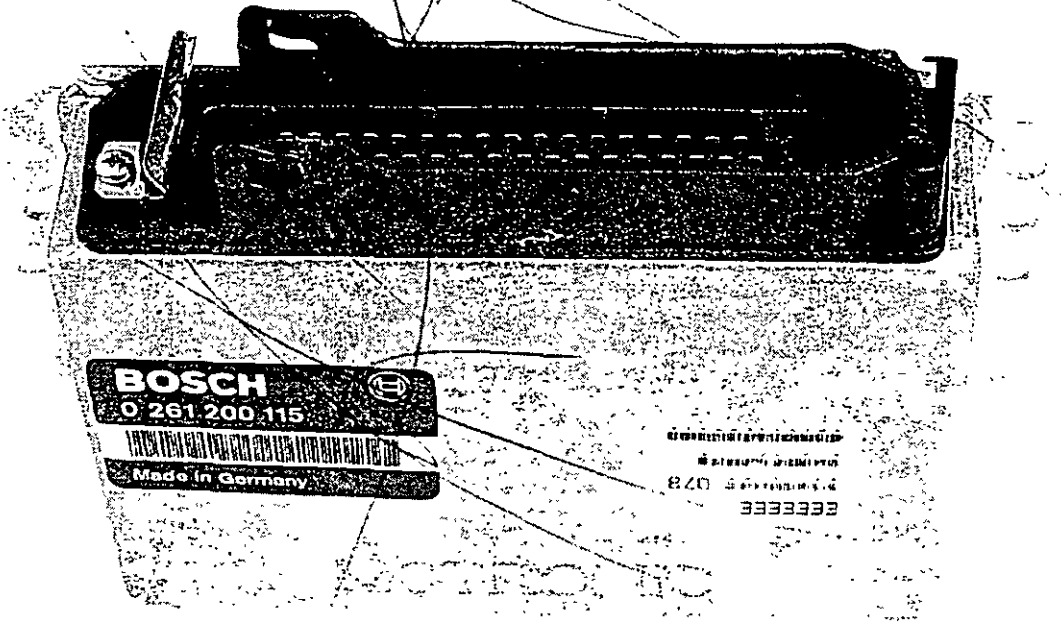
37-2



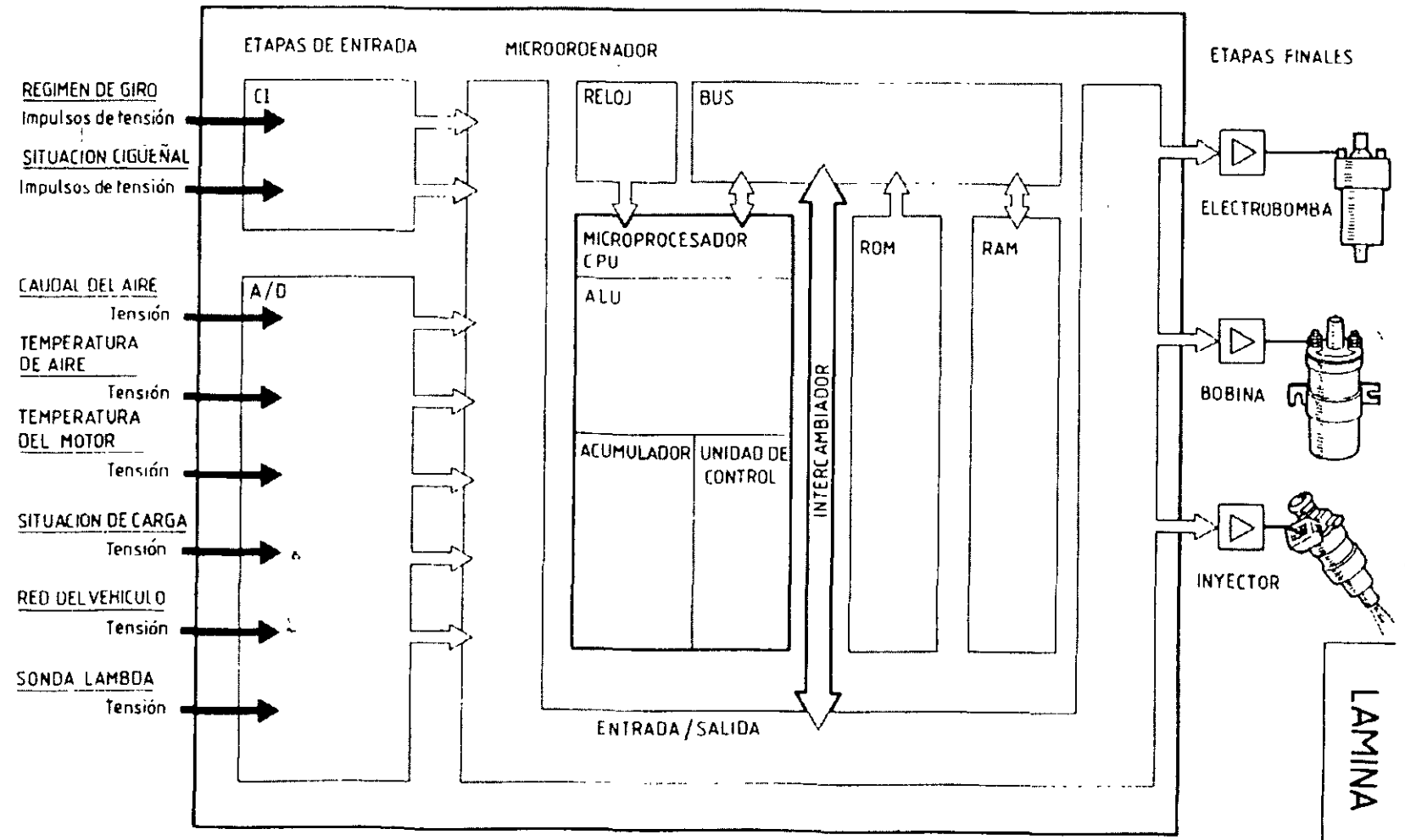
37-3

LAMINA

39



39.1



40-1

LAMINA 40



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

**MANTENIMIENTO Y  
REPARACIÓN DE MOTORES  
DE FUEL INYECCIÓN  
EN MODELOS 2000**

Del 10 al 22 de Noviembre del 2003

***APUNTES GENERALES***  
***CUARTA PARTE***

CI - 325

**Instructor: Ing. Francisco Macias Ortega**  
**DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC**  
**NOVIEMBRE DEL 2003**



## SISTEMAS DE ARRANQUE EN FRIO LAMINA 15

El arranque del motor implica hacerlo operar en condiciones adversas, en donde se inicia el primer movimiento rotatorio del motor, por un motor eléctrico que deberá tener el impulso suficiente del suministro de gasolina y la chispa de encendido para la primera explosión, y así iniciar la operación normal del motor. Las condiciones del inicio de operación adversas podemos mencionarlas en:

Inicio de la lubricación de las partes en movimiento, calentamiento por el concepto anterior, temperatura y humedad del medio ambiente.

En las condiciones anteriores el motor requiere una cantidad adicional de gasolina en su primer arranque, y en un sistema de inyección a gasolina K-jetronic, se tiene estas condiciones.

Al accionar la llave de contacto (1) al arranque del motor, es decir, al accionar el motor de arranque, la corriente pasa al rele (3) de control, posteriormente para al inyector de arranque en frío (2), se activa su electroimán interno y pasa el combustible a ser inyectado. A la vez el relè (3) manda también a la electro bomba (4) para el inicio de su funcionamiento y empieza a mandar combustible a todo el circuito, estableciendo la presión en el regulador del mezcla (5) que enviará sistemáticamente el combustible a la apertura del inyector.

La señal eléctrica pasa del inyector (2) en su apertura, al interruptor temporizado (6) que realiza la función cuando el motor alcanza su régimen de temperatura, cierra el inyector y no permite el paso de gasolina.

El suministro del aire, se da por la caja de aire adicional o flujo de aire adicional que se encuentra abierta por efecto de la conexión rele (3) al mecanismo compuesto por un bimetálico que accionará cuando aumente la temperatura del interruptor térmico temporizado (6) permitiendo el paso de la corriente que producirá calor y que accionara el mecanismo y cerrara el paso del aire por el conducto de flujo de aire adicional. Al dejar de accionar la llave de inicio de arranque y cuando el motor empieza a operar, deja de suministrar la cantidad extra de combustible suministrado, y empieza la operación de calentamiento del motor para llegar al régimen de operación normal.

### INYECTOR DE ARRANQUE EN FRIO (Lamina 6)

En la Fig. 16-1 muestra la parte externa de un inyector de arranque para la operación inicial que se encuentra debajo de la temperatura de operación normal del motor. El control de inyección de arranque en proviene de un electroimán y un mecanismo mecánico.

Consta la parte del mecanismo de una muelle (M) que mantiene cerrado el suministro del combustible. De la parte del electroimán (E). Llega primeramente a una toma de corriente (C) , para que funcione y envíe la señal de la apertura del inyector, una línea contactara (Fig. -16-4) a un interruptor térmico temporizado que mantendrá la posición de la placa bimetalica (V) sin doblar, y el contacto (C) mantiene el contacto de tierra, este contacto al obtener calentamiento por la resistencia (R). Esta situación origina al girar la llave al inicio del arranque y a un periodo de 8 a 15 segundos; periodo que deberá arrancar el motor.

La línea de tierra (2) Fig. 16-3A, se encuentra contactada y produce así el circuito para la disposición de la apertura del inyector de arranque por conducto del electroimán (1). Fig. 16-3B después de los 8 a 15 segundos de contactar el arranque del motor, aún a la insistencia del conductor, y flexionada la placa bimetalica, no existirá contacto a tierra Fig. 16-3 A, se corta el circuito y la señal no llegara al electroimán (1).

## LOS INYECTORES Lamina 17

Los inyectores, partes importantes y fundamentales del sistema de inyección mecánico K-Jetronic.

De la Fig. 17-1 se muestra una posición del inyector en (3) referencia a la válvula de admisión (2), y el colector del mismo nombre en área de inyección se tienen altas temperaturas, por la combustión principalmente, situación que se previene en los elementos del inyector, empezando con la posición que guarda con respecto a la válvula de admisión que se encuentra afuera, y el mismo inyector (Fig. 17-2), tiene un soporte térmico (3) que rodea al inyector en su base.

En el sistema de inyección de gasolina mecánico K-Jetronic, los inyectores están inyectando permanentemente y por lo anterior se tiene un sistema de inyección continua. El funcionamiento del inyector es básicamente mecánico, en donde se tiene un vástago (1) de asiento que por acción del resorte (2) que desplaza el plato (3) hacia arriba, se encuentra cerrado.

Cuando la presión, al suministro de combustible (4), es mayor (originada por este) permite la compresión del resorte (2) y el combustible sale al exterior pulverizado. En la conducción de la gasolina por el inyector pasa por un filtro (S) que contendrá las impurezas probables.

La cantidad de combustible suministrado, esta en función del aire suministrado y en función de la aceleración.

## SISTEMA MIXTO KE-JETRONIC LAM 18

### Introducción.

El sistema de inyección a gasolina KE-Jetronic de tipo mixto, en donde se adicionan elementos electrónicos, buscando la mejoría en la operación, mediante la substitución de elementos como la unidad electrónica de control UEC en donde se mejora el ajuste de la válvula de presión de control.

El regulador de presión es substituido por un alternador electro hidráulico de presión que recibe impulsos del UEC, que recibe señalización de parámetros como la cantidad de aire suministrado, el ángulo de apertura de mariposa del acelerador y la temperatura del motor. Obteniéndose ventajas de mejor operación y mayores rendimientos, así como los gases de escape, del entorno ecológico para una combustión más completa.

De la Fig. 18 algunos elementos que se diferencian del sistema mecánico al mixto, de (1) regulación de mezcla compuesto por cuadalimetro y el dosificador (2), con sus válvulas diferenciales en el mismo componente se tiene actuador electrohidraulico (3) como parte de este sistema.

Otros elementos del sistema es la unidad electrónica de control (4) y el interruptor de mariposa de aceleración (5), regulador de presión del sistema (6) y la sonda termina del motor (7) para conocer su temperatura.

Componentes ya conocidos en el equipo K-Jetronic, en (8) la electrobomba ,(9) acumulador, (10) filtro, (11) inyector, (12) inyector de arranque, (13) inyector temporizado, (14) caja de aire adicional.

Una característica del sistema mixto K. Jetronic es que tiene elementos electrónicos, a una falla del sistema, estando el motor caliente, podría seguir funcionando.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

**MANTENIMIENTO Y  
REPARACIÓN DE MOTORES  
DE FUEL INYECCIÓN  
EN MODELOS 2000**

Del 10 al 22 de Noviembre del 2003

***APUNTES GENERALES***  
***QUINTA PARTE***

CI - 325

**Instructor: Ing. Francisco Macias Ortega**  
**DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC**  
**NOVIEMBRE DEL 2003**

## FUNCIONAMIENTO DE KE- Jetronic LAMINA 19

El concepto del funcionamiento KE-jetronic, sistema mixto, es el mismo concepto de ingeniería del sistema de inyección llamado mecánico, existiendo como condición termodinámica la carrera de admisión de los pistones que en forma alternativa proporcionan la succión del aire de medio ambiente hacia la cámara de combustión, y en su recorrido tenemos principalmente el control a una cantidad de aire suministrado, al recorrido del acelerador y la medición del aire que será la parte básica para que establezca la dosificación proporcional del combustible necesario para la combustión.

Siendo el suministro del aire y combustible en forma independiente, al sistema de inyección a gasolina KE-jetronic se han agregado los siguientes componentes de control.

- A. Actuador electro hidráulico del control (8)
- B. Regulador de la presión del sistema (9)
- C. Unidad electrónica de control UEC (16)
- D. Interruptor de mariposa.

En el sistema se incluye conceptos electrónicos de control para la mejora en la operación del motor, que dará como resultado una mejor combustión.

De la LAM 9 y Fig. 19-1 tenemos el tanque de combustible (1), electrobomba (2) que suministra la cantidad y la presión necesaria al inicio del circuito de combustible, acumulador de presión (3) como un primera parte de regulación, filtro (4), válvula corredora de dosificación del combustible (5), Plato sonda (6), dosificador y regulador (7), actuador electrohidráulico o regulador de presión (8), regulador de presión del sistema (9), inyector (10), inyector de arranquen en frío (11), válvula de mariposa del acelerador (12), caja de aire adicional (13), rele de mando (14), interruptor de contacto (15), unidad electrónica de control (16), interruptor térmico temporizado (17), sonda de la temperatura del motor (18), interruptor del control de la mariposa (19), potensiómetro del palto sonda (20)

La figura 19-2 corresponde a un conjunto dosificador de combustible (que referido a la lámina 19-1 es la 7) que incluye las partes: cámara cilíndrica de lumbreras (1), cámara de presión diferencial (2), con la correspondiente membrana de separación de la parte inferior y superior, en el mismo conjunto, el plato sonda (3), y su palanca (4), con su punto de rotación (5), y el tornillo de ajuste (6). Las tuberías (7) corresponden a la salida de la gasolina a los inyectores, y montado el mismo conjunto, el actuador electrónico de presión (8).

## REGULADOR DE PRESION LAMINA 20

Acorde a su diseño, llamado actuador electro hidráulico por los conceptos electricos e hidráulicos.

El regulador de presión cumple éste objetivo antes de entrar el combustible a las cámaras diferenciales, primeramente a las cámaras inferiores. La disposición del combustible proviene (4) de la válvula corredora es su apertura y entrar al regulador de presión primeramente por una placa de rebote (3) que puede reducir la cantidad de combustible en su salida (5), entrando en ésta condición a la cámara inferior (1) y la cámara superior de las válvulas de presión diferencial.

El movimiento de la placa (3) para obturar la salida de combustible, será por conducto del regulador de presión en un mecanismo electro hidráulico.

De la figura 20-1 en una vista superior, él combustible proveniente de la válvula corredora entra por (4) y saldrá por (2) previo control, por la placa de control (3), el desplazamiento de obturación está dado por el electro mecanismo, en un imán permanente (4) con línea de flujo magnético en el sentido indicado y dos electroimanes (5) junto con una armadura (6) fijada a la placa de rebote (3), Formándose de esta última los entre hierros (7y8).

El accionar de la placa de rebote, en el control de la cantidad de combustible suministrado esta dado por la unidad electrónica de control, que enviara las señales a las bobinas magnéticas de los electroimanes, eligiendo una de las bobinas para realizar el movimiento en una conjunción electro imán (5) e imán permanente (4). Esta conjunción se dan en los entre hierros, para (8) se suman al imán permanente (4),y para (7) se restan, también al imán permanente(4) creándose el movimiento por la placa de control (3).

El tornillo de ajuste (9) permite un ajuste de este último punto de control de combustible, antes de entrar al inyector. En la figura 20-3 identifica en (A) el repuesto de regulador de presión insertado en el conjunto plato-sonda, de válvula corredora, válvulas de presión diferencial y conductos de salida del combustible a inyectores.

## UNIDAD ELECTRONICA DE CONTROL UEC LAMINA 21

En figura 21-1 se muestra la unidad electrónica de control UEC para un sistema mixto Ke-Jetronic, la forma de operar es concebida en la recepción de señales electrónicas que los sensores envían, y en la recepción, son comparadas con los valores de tensión que se tienen, y con estos valores comparados y procesados son emitidos a los elementos de control para la obtención del régimen de operación deseable acorde a la unidad electrónica de control y por conducto del regulador de presión ya descrito.

Los sensores que emiten señales a la UEC serían:

Arranque.-Cuando el conmutador de encendido y arranque están funcionando.  
Distribuidor de encendido.-De las condiciones o no de operación del distribuidor.  
Interruptor de mariposa.-Señales de la aceleración o relanti de operación.  
Temperatura del motor.-indica la temperatura del motor por el contacto con el agua de refrigeración.  
La UEC lleva otros circuitos de corrección aritmética y del análisis de la contaminación de gases, sonda lambda, por razones ecológicas la recepción de los valores electrónicos figura 21-2 parte de una tensión constante (12 voltios), para no afectar el programa.

Existen dentro de la UEC conjuntos de amplificación de señales procedentes de los sensores en:

Corrección de plena carga CPC  
Corte en aceleración CED  
Enriquecimiento para la aceleración EA  
Elevación después de arranque EDA  
Elevación para la arranque EPA  
Enriquecimiento para el calentamiento EC

Toda la información recopilada en estos conjuntos pasan al sumador, en donde toda la señalización es analizada, y se procesa una nueva señal que es verificada en el conjunto (EF), lo cual daría una corriente positiva o negativa según se trate de aceleración o desaceleración. Esta corriente pasa al actuador electro hidráulico que controlará la presión del combustible a la entrada de las válvulas diferenciales.

## REGULADOR DE LA PRESION DEL SISTEMA LAMINA 22

La figura 22-1 es el regulador de presión del sistema en su forma de componente. Su función es mantener la presión uniforme en el circuito del combustible, incluyendo las cantidades relativas.

En la figura 22-2 se describe su funcionamiento, al considerar el inicio del funcionamiento del electro bomba que genera la presión y el gasto (cantidad) de gasolina, entrando por la apertura (2) y llenando así la cámara (1) que su mayor presión relativa al resorte (3) tendrá un desplazamiento de la membrana (4), el plato (5), así como la válvula (6), estas (4,5 y 6) montados en forma rígida, dejando por lo anterior la apertura en el punto (7) dejando en comunicación entrada en (8) y su salida en (9). . La gasolina entrar por (8) proviene del actuador y distribuidor dosificador.

A la apertura (7) la presión puede descender, pero se corrige por la membrana (4), la válvula (6). El tornillo de ajuste equilibrará la presión necesaria.

De la figura 22-3 se visualiza el funcionamiento, el inicio de la operación de la electro bomba, se tiene una presión alta en (1), cuando la electro bomba para, la membrana cierra el paso de la válvula (6) y la presión desciende en (2), pero el acumulador de presión suelta su combustible acumulado y ascenderá a (3) y el circuito se mantiene con la presión en (4), menor a la presión de operación con la electro bomba

## INTERRUPTOR DE MARIPOSA LAMINA 22

De la figura 22-4 se tienen el interruptor de mariposa que detectará el funcionamiento del motor en ralenti o con carga teniendo dos contactos fijos y uno giratorio, el dispositivo está instalado en el giro de la mariposa al disponer de una aceleración.

## CONTROL DE MARCHA LENTA LAMINA 23

El funcionamiento del control de mariposa de marcha lenta, se refiere a la operación ralenti y el proceso de calentamiento del motor, este componente sustituye al llamado caja de aire o de aire adicional haciendo funcionar el mismo concepto.

La figura 23-2 se ejemplifica su funcionamiento en entrada del aire requerido y salida por (1), controlada está por una válvula corredera giratorio (2) y por un muelle circular (4) que le dará movimiento inducido giratorio (3). Este último dispositivo tiene un bobinado (5) que recibe corriente a través de su conexión eléctrica (6).



Los elementos electrónicos que hacen funcionar al control de marcha lenta llamado actuador figura 23-3 en la unidad (A) que recibe señalizaciones del sensor de temperatura del motor (B) y del régimen de giro (C), y de la abertura de la mariposa de la aceleración.

Estos valores de los sensores son recibidos por la unidad de regulación (A) y comparados con los valores contenidos en ella, elaborando aquellos que enviara las señales al actuador control de marcha lenta. La señal eléctrica es recibida en el contacto (6) y posteriormente al embobinado (5), que acordé la cantidad de saturación de Corrientes determina por el enducido la variación del apertura de la válvula giratoria (2).

Este dispositivo permite su operación cuando no hay señalización emitida por los sensores.

### **SISTEMA ELECTRÓNICO L-JETRONIC. LAM 24**

El sistema de inyección a gasolina con sistema de señalización electrónica, en su totalidad, permite una operación del motor satisfactorio con ahorros de combustible y una mejor potencia en su relación consumo combustible.

El concepto de Ingeniería con el que funciona, es el mismo al indicado en el sistema mecánico y mixto, con la salvedad de la sustitución de componentes que lo hacen más versátil.

Bajo el concepto de funcionalidad, ya descrito, únicamente veremos la interacción con los componentes agregados y substituidos.

De la figura 24-1 describiremos los componentes del sistema electrónico denominado L-Jetronic.

La unidad de cuantificación del aire plato-sonda (en los otros sistemas) es sustituido por el componente principal unidad electrónica de control UEC (1) y el nuevo cuadalimento (2) que pasará la información de la cantidad de aire proporcionada, por la caja de resistencia (14). En (3) identifica el tanque de combustible, la electro bomba (4) y filtro (5), y siguiendo el recorrido del combustible se tiene una rampa distribuidora (6) aproximadamente a 2.5 kg/cm<sup>2</sup> de presión, disminuyéndose en forma comparativa al mecánico y mixto que operaba de 3 a 5 kg/cm<sup>2</sup>.

Regulador de presión (7) que regulará la presión en el sistema; la rampa distribuidora envía los inyectores (8) y al arranque (9) en su oportunidad. Los elementos complementarios del motor serían: distribuidor de encendido (10), batería (11) y la llave de contacto (12).

De los sensores que envían la señal electrónica, tenemos: interruptor de la mariposa de acelerador (13), potenciómetro o rampa de resistencia (14) del caudalímetro, termointerruptor temporizado (15) del arranque en frío, sonda térmica (16) de la temperatura del motor y la sonda lambda (17) para el control de la contaminación.

El resto de los componentes serían: la caja de aire que adicional (18), la caja de relés (19) y la mariposa del acelerador (20).

Los tornillos de ajuste: de ralentí (21) y mezcla el ralentí (22).

### **CUADALIMIENTO LÁMINA 25 y 26**

Corresponde a la medición del aire que pasa por el colector, medición realizada por el regulador dosificador que permitirá en su apertura la señalización por sensores de resistencia llamado potenciómetro.

De la figura 25-1 consta de una mariposa sonda (1) que gira por un eje (2) y dispone de una área basculante en (3), de (1) que se mueven en un volumen de compensación para amortiguar las pulsaciones. La entrada del aire proveniente del filtro (4) se produce a través de la boca (5) y produce el movimiento de la mariposa sonda (1) en forma proporcional al aire suministrado.

La mariposa sonda, es parte rígida de un cursor (6) que se mueve hacia una serie de resistencias, que proporciona diferentes señales eléctricas según la posición de la mariposa-sonda (1).

La operación del motor en posición de ralentí, dispone de un conducto de aire (8) by-pass, cuando la posición de la mariposa está cerrada y por consiguiente sin aceleración. Se regula por conducto del tornillo (9).

En y la figura 25-2 muestra el componente cuadalímetro, en (1) se encuentra la mariposa-sonda, en (2) el potenciómetro con su conector (3) que proporciona información a UEC.

El mecanismo en que se mueve el cursor, hacia la serie de resistencias que contactará y al contacto individual enviará la señal para la dosificación de gasolina a la UEC.

El número de resistencias, para este caso son 14 con los contactos necesarios, como todo conector electrónico, estará limpio y seco.

De la figura 25-3 muestra la constitución eléctrica del potenciómetro, la corredera (1) contiene las resistencias de la R1 y R12 de alta resistencia.

La corriente de la batería mantiene una tensión ( $U_b$ ) entre bornes, la corriente pasa por las resistencias R13 y R14.

Por el borne (B) se pone en contacto con el cursor.

La figura 25-3 la corriente pasa por la resistencia R1 hacia su salida a la UDC, y tiene un valor de tensión alto al sumar únicamente una resistencia, al deslizamiento del cursor, hacia la izquierda se suman la resistencias indicadas, y la tensión es menor hacia la UDC, comparativamente, obteniendo es decir el apertura de los inyectores.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

## CURSOS INSTITUCIONALES

# MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE MOTORES DE FUEL INYECCIÓN EN MODELOS 2000

Del 10 al 22 de Noviembre del 2003

### *APUNTES GENERALES* *SEXTA PARTE*

CI - 325

Instructor: Ing. Francisco Macias Ortega  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
NOVIEMBRE DEL 2003

## POTENCIOMETRO LAMINA 26

El potenciómetro es el mecanismo formado por varias resistencias conectadas en serie y un cursor que se desplaza en ellas por medio de un contacto, el desplazamiento de cursor se realiza al estar conectado rigidamente al caudalímetro.

El cursor (4) unido rigidamente a la mariposa sonda ( no mostrada en la figura está en la parte superior ) cuenta con un muelle antagonista (2) que lo mantiene en posición cerrada, cuenta con una rueda dentada (1) que permite el tensado y ajuste de la muelle (2).

El potenciómetro tiene una pista de contacto (3) y el conjunto de resistencias (5), las resistencias están constituidas por cerámica y metal, y conforma una pieza sujeta a reposición.

De la figura 26.2 se identifica el caudalímetro entre el aire proveniente del filtro correspondiente, y el conducto de goma en forma de fuelle que traslado el aire al colector de admisión, corresponde a un motor BMW.

## UNIDAD ELECTRONICA DE CONTROL LAMINA 27

Elemento fundamental del sistema de inyección a gasolina, es la unidad electrónica de control del sistema L - JETRONIC en la figura 27 - 1 se muestra en su forma real.

Esta constituida por circuitos impresos y elementos integrados con híbridos para la reducción del numero de componentes. El propósito fundamental es la recepción de las señales de los sensores, que serán sujetos a un proceso de conformación que emitirá una o varia señalización que permitirá una mejora de operación del motor.

De la figura 27 - 2 .- La unidad electrónica de control recibe del sensor que da las R.P.M. del motor y el caudal de aire suministrado, medido previamente, y por el potenciómetro, estos dos parámetros permiten de primera determinar la dosificación del combustible y su periodo de apertura.

La información R.P.M. entra al llamado "conformador de impulsos" reducido a  $\frac{1}{2}$  R.P.M. y ya conformado a conceptos electrónicos; el caudal de aire en su señalización pasa al "multivibrador", en donde ya se recibió la información del "conformador de impulsos divisor".

Los parámetros  $\frac{1}{2}$  R.P.M. y cantidad de aire que el "multivibrador" procesa se obtiene el llamado "Tiempo básico de Inyección" ( $T_b$ ) que se condicionara a la información posteriormente suministrada.

En la “etapa multiplicadora” el suministro de información que modifica la operación del motor, en el concepto en la obtención del “régimen de operación de normal del motor” son: temperatura del motor, temperatura del aire, tensión de la red y el margen de carga. Esta etapa multiplicadora procesará la información junto con la información resultante “del multivibrador obtenida a un tiempo de corrección ( $T_c$ ), que pasará ya en una corrección a la etapa final en un concepto algebraico  $T_b+T_c$ , en donde existirá un enriquecimiento del combustible en condiciones en que el motor se encuentra frío o es requerido por una carga adicional, el combustible se suministrara en cantidades oscilatorias del doble o triple de lo normal.

La tensión en la red o voltaje, es la información que llega a la etapa multiplicadora por conducto de la batería, esta tensión al encontrarse a la baja, por esta condición, los inyectores tendrían un tiempo de apertura menor y por consiguiente menor dosificación, esta situación es corregida por la etapa multiplicadora y la dosificación se hará en tiempo, esto tiene un límite permisible.

#### VALVULAS DE INYECCION LAMINA 28

Corresponde a los elementos llamados “inyectores” que suministran en su punto final el combustible a la cámara de combustión mediante el control de la “unidad electrónica de control” UEC:

De la Fig. 28-1 se analiza la disposición del combustible en los inyectores (1) y del inyector de arranque (5) conectados a la rampa distribuidora (2) y sometida a la alta presión requerida para el sistema, la presión generada por la electro bomba (3) y regulada por el regulador de presión (4). La presión generada es de 2.5 a 3 Kg./cm<sup>2</sup>.

De la Fig. 28-2 se tiene el inyector en posición de cerrado y consta principalmente de una aguja de asiento en (A) como punto de salida del combustible, y de entrada del mismo en (B) para el llenado del inyector en (F) se tiene un filtro metálico.

Por la acción del muelle (M) la aguja (A) permanece asentada en (C) impidiendo la salida del combustible. Para operación del inyector se tiene un bobinado eléctrico en (E), que a través de su conector (D) se conecta a UEC, y de ella recibe impulsos eléctricos que pasaran al bobinado y al disponer de un núcleo inducido (I) solidario a la aguja inyectara, producirá un movimiento ascendente permitiendo la apertura del inyector. La muelle (M) se comprime en la apertura, y accionará para el acto de cerrar al no tener la señal de apertura en el bobinado.

En la Fig. 28-3 se tiene la posición del inyector respecto a la entrada de la válvula de admisión.

## ARRANQUE EN FRIO Y RELANTI LAMINA 29

En el sistema de inyección a gasolina, y el correspondiente al sistema L-Jetronic presenta dos formas diferentes de arranque.

La primera de la figura 29-1, basado en el enriquecimiento del combustible por conducto de UEC acorde a la información previa del censor de temperatura. El funcionamiento esta dado por (1) en la UEC que recibe la señal del censor de temperatura (2) en contacto con el agua de refrigeración, y la primera señal del interruptor de arranque (3). En las condiciones anteriores crea unos impulsos ya corregidos en tiempo de apertura en los inyectores (4) con la dosificación mayor de combustible.

La segunda opción de arranque en frío corresponde al usado en KE-Jetronic mostrado en la Figura 29-2, basado en arranque de encendido (2) que dispondrá de la señal eléctrica a una caja de reles (1) por el borne en (A) se envía corriente al inyector (3) por la puesta a tierra en (4) del interruptor temporizado que cerrara el circuito, y operara la inyección del arranque por in tiempo de 8 a 10 segundos.

En la figura lateral se tiene las partes del inyector de arranque, en (1) se tiene el bobinado que recibirá la señal eléctrica que abrirá el inyector por conducto del inducido magnético (2), que actúa como elemento de cierre al actuar la muelle (5) contenida en ella. Dispone en la entrada de un filtro en (4) para contener el combustible a presión en la cámara (3), y los puntos de contacto (6).

La operación del arranque en frío se da cuando la temperatura del motor baja (medio ambiente hasta  $-20^{\circ}\text{C}$ ) y se encuentra en el interruptor temporizado en circuito (al no actuar la placa bimetalica) por un tiempo aproximado de 8 segundos.

Para continuar operando, el motor, en la forma relenti, por el concepto de caja de aire adicional provista de mariposa de freno.

## CAJA DE AIRE ADICIONAL LAMINA 30

En la figura 30-1 se muestra el componente, caja de aire adicional, su entrada y salida de aire.

De la figura 30-2 describimos su funcionamiento, iniciando con una mariposa de freno (1) que bascula en un punto de giro (2), al obtener un movimiento giratorio y dentro de este se encuentra la obturación de entrada (3) que al ser coincidente con la entrada del aire permite la circulación hacia la salida. El movimiento de la mariposa se propicia por una corredera (4), Este contacto se mantiene por un resorte.

De la figura 30-1 en la ampliación del movimiento que realiza la mariposa de freno (1) y el área disponible (2), en la misma, para permitir salir el aire cuando tiene la posición indicada a desplazarse en forma giratoria por (3), y la posición mantenida por el resorte (4) a la corredera (5) que origina el movimiento en (B), la acción de la corredera (5) en el proceso de calentamiento de motor, y al obtener mayor calentamiento, la placa bimetalica por conducto de su respectiva bobina, este tenderá a flexionarse, e iniciará el giro de la mariposa de freno (1), por la acción de la corredera (5), en el punto de giro (3) indicando al término de su acción de movimiento la posición de la salida del aire en (6).

### CIRCUITO ELECTRICO LAMINA 31

El sistema eléctrico recomendado por Bosh para sistemas de inyección a gasolina, considerada en forma integral (inyección y servicios).

De la figura 31-1 se tiene en (B) la batería que suministra la energía en donde su positivo va a la caja de reles (C) y la interruptor de arranque (1), y de esté sale otro cable, al reles (C),.De reles se conecta a la unidad electrónica de control (D).

El conjunto de reles dispone de dos conectores o salidas, al circuito general y el mencionado a la UEC.

De la figura 31-2 se muestra el esquema electrónico de casa Bosh para el sistema L-Jetronic con su numerario propio.

En (C) caja de reles, en donde (B+) recibe la corriente de la batería, y en el punto inferior la distribuye a los componentes del sistema de inyección, que son:

(1) Electro bomba, (2) interruptor de la mariposa del acelerador, (3) válvula de aire adicional, (4) caudalimetro y banco de resistencias del potenciómetro, (5) conjunto de inyectores, (6) inyector de arranque, (7) termointerruptor temporizado, (8) sonda térmica del motor, (9) cable procedente de la bobina de encendido.

Todas patillas de conexiones en la aparte inferior de la figura, representa las uniones al conectar a la unidad electrónica del control, y serán emitidas como ya se describió.

La corriente de la batería se efectúa por el borne 88Z en el conjunto de reles (C). Durante el arranque la corriente del contacto en posición de arranque actúa desde el borne KI 50. Los bornes 5,16 y 17 en la conexión de la UEC y la 49 de la sonda térmica (8) se conectan por separado a un punto de tierra.



## CONTAMINACION Y SONDA LAMBDA LAMINA 32

Las emisiones de los gases de escape son del orden de 1% de la combustión realizada, pero la utilización del motor en áreas concentradas sumadas las emisiones, son difíciles de manejar, por lo anterior en ciudades de alta concentración de automóviles, y otros transportes con motor de combustión interna Tiene dos elementos de control final que es el uso de un convertidor catalítico y la sonda lambda. En primero de los casos es un dispositivo por el cual pasan los gases y que en él se encuentra elementos químicos que reaccionarán a los gases, produciendo gases no contaminantes.

En la figura 32-1 se tiene un convertidor catalítico de tres etapas para la reacción química progresiva.

En (1) compuesto de cerámica y materiales nobles radio y platino que acelerarían la reacción química y produciría la descomposición de los elementos contaminantes. Los más significativos son: monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrógeno (NO) que se trasforma con el oxígeno del aire ,en dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

En la figura en (2) la lamina de acero para soporte y en (3) la carcasa del convertido catalítico.

## SONDA LAMBDA

Es un elemento de control de emisión de gases residuales que son valorizados y sujetos por medio de la UEC a una corrección en la dosificaron del combustible con el aire, para obtener una combustión completa y dentro de ciertos límites.

De la figura 32-2 vemos la instalación usual de sonda lambda y el catalizador de emisiones.

En la figura 32-3 de describe el funcionamiento de la sonda lambda (1), capa de cerámica porosa protectora, que esta en contacto con los gases de escape, dos electrodos (2 y 3) de platino, permeable a los gases, uno en contacto con los gases (2) y otro en contacto con el aire exterior (3). Cuando se tiene alta temperatura, la cerámica (4) se vuelve conductor y establece una diferencia de potencial entre los electrodos cuando la cantidad de oxígeno no es la misma. El cambio de tensión que se establece origina una señal eléctrica de medición a la UEC, y así tendrá el factor de corrección en el suministro de combustible. Para obtener la proporción aire-combustible de 14.7:1

## DE LA LAMINA 33

De la figura 33-1 se ejemplifica la reacción de la tensión de acuerdo con un coeficiente para la proporción 14.7:1, a la derecha del eje horizontal a partir de 1 tenemos una mezcla pobre a la derecha, y a la izquierda una mezcla rica, analizando la curva se tiene para mezcla pobre se tiene comparativamente menor tensión en milivoltios y viceversa. En esta forma se da la tensión en la sonda lambada.

En la figura 33-2 se tiene las partes en corte longitudinal de la sonda lambada. En (1) se tiene un cuerpo que recoge la tensión negativa, electrodos negativo (2) y positivo(3), cuerpo de cerámica (4), la corriente generada para por el cuerpo (5), y tiene también un cuerpo de cerámica de soporte (7) y un tubo protector (8). En la figura 33-3 visualiza la sonda lambada colocada en el escape.