UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMA DE INYECCION L - JETRONIC

TRABAJO ELABORADO PARA OPTAR AL GRADO DE

TECNICO EN INGENIERIA MECANICA AUTOMOTRIZ

PRESENTADO POR

CARLOS ROBERTO DOMINGUEZ CARRILLO
WILSON BALMORE BOLAÑOS
MARCOS ANTONIO VILLALTA

SOYAPANGO, 1994

INDICE

CONTENIDO PAG

Introducción i

CAPITULO I

Generalidades 3

Partes del Proyecto 4

Objetivos 5

Plan de solución 6

Investigación referente a campos que intervienen en el desarrollo del proyecto 7

Investigación referente a los recurso disponibles para el desarrollo del proyecto 7

Investigación acerca de generalidades del proyecto 7

Diseño del Proyecto 7

Implementación del proyecto 8

Prueba de funcionabilidad del proyecto 8

Metodologia de la investigación 9

Investigación bibliografica 9

Investigación de laboratorio 10

Invetigación de campo 10

CAPITULO II

Antecedentes 11

CAPITULO III

Sistema de inyeccion L-JETRONIC 18

Cometido, ventajas y principio 19

Cometido 19

Ventajas 20

Elevado rendimiento 20

Menos combustible 20

Rapidez de adaptación 21

Principio 21

Sistema de aspiración 22

Sensores 22

Unidad de control 23

Sistema de alimentación 23

Constitucion basica del L-JETRONIC 24

Sensores estudio de cada elemento principal 28

Caja de contactos de la mariposa 29

Termocontacto temporizado 31

Sonda Lambda 33

Sistema de alimentación 35

Bomba de combustible 36

Filtro de combustible 37

Regulador de presión 38

Tubo distribuidor 42

Válvula de inyección 43

Formación de la mezcla 44

Sistema de control 45

Magnitudes de medición y estado de servicio 45
Magnitudes de medición principales 45
Magnitudes de medición para
adaptación normal 46
Magnitudes de medición para
adaptación precisa 46
Actuación conjunta de las
magnitudes de medición 46
Registro del numero de revoluciones 47
Medición del caudal de aire 47
Arranque en frio 55
Fase de calentamiento 56
Sonda termica 56
Control del ralentí 57
Válvula de aire adicional 58
Adaptación de la carga 61
Ralentí 61
Carga parcial 62
Plena carga 62
Interruptor de mariposa 62
Aceleración 63
Adaptación de la temperatura del aire 63
Adaptaciones adicionales 64
Limitación del número de revoluciones 64
Marcha con el motor retenido 64
Unidad de control 65

Estructura de la unidad de control 65
Procesamiento de informaciones y
formación de los impulsos de inyección 66
Corrección de la tensión (voltaje) 66

CAPITULO IV

Pruebas de funcionamiento 68
Reglajes 68
Posición inicial de la mariposa 68
Regimen de ralentí 73
Riqueza de ralentí 75
Caja de contactores 81
Circuito de admisión de aire 89
Controles 90
Circuito de alimentación 96
Control de la presión de combustible 96
Control del caudal de combustible 102
Control de regulador de presión 110
Circuito eléctrico 120
Control de alimentación eléctrica
de la bomba de combustible 120
Control del relé taquimétrico 122
Control de alimentación 124
Control del circuito de mando 125

Control de masa 125
Control del circuito de potencia 126
Control de tensiones en los diferentes elementos desde la UEC 128
Forma de proceder para las pruebas 132
Control de la tensión de alimentación 133
Control de la información de encendido 135
Control de la tensión de arranque 135
Control de la caja de contactores 136
Control de la posición de ralentí . . 139
Control de la posición a plena carga . 140
Control de la sonda medidora del caudal de aire 141
Control del captador de temperatura 143
Control de masa del conector 145
Control de resistencia de los inyectores 146
Control del caudalímetro 148
Control de la alimentación eléctrica 149
Control de masa 150
Control del estado mecánico 151
Control del estado eléctrico 152

Dispositivos del funcionamiento con el motor frio 155

Control de la sonda de temperatura 156

Control de la masa 157

Control de la sonda sobre el motor 157

Control de la sonda fuera del motor 158

BIBLIOGRAFIA 159

INTRODUCCION.

Para empezar cabe destacar la importante innovación que representa que la aportación del combustible no esté realizada por el aire directamente sino que sea inyectada independientemente de acuerdo con el caudal de aire que penetra por el tubo de admisión. Con este procedimiento ya se pueden dar por eliminados todos los defectos que el carburador presenta. Tampoco afectan en este sistema la forma y longitud de los tubos porque el inyector se coloca inmediatamente después de la válvula de admisión y con el chorro orientado hacia el punto más conveniente para su entrada en el cilindro cuando la válvula de admisión se abra. También hay que destacar que la presencia de un inyector para cada cilindro, disposición que es obligada en los sistemas de inyección de gasolina, elimina el defecto de la irregular alimentación de los cilindros que puede presentarse en muchos montajes con carburador.

El punto más flojo de la inyección se encuentra en el hecho de que, al igual que el carburador, tampoco tiene en todos los sistemas un control del peso del aire y por ello mantiene los mismos defectos que éste. La diferencia estriba, no obstante, en el hecho de que con la aportación de las grandes posibilidades de la electrónica los sistemas de inyección de gasolina pueden

acceder a medir todo lo que sea preciso y a conseguir dosificaciones tan precisas como sean deseables cuando la inyección de gasolina para cada cilindro esté regida por una unidad electrónica de control provista de todos los sensores convenientes para llevar a cabo una tan afinada dosificación.

CAPITULO I

GENERALIDADES

- EXPLICACION DEL PROYECTO

El proyecto consiste en mostrar un sistema de inyección de gasolina del tipo L-Jetronic, su funcionamiento y sus componentes, el cual funciona mediante una parte mecanica y una electrónica, esta última es la que controla a la mecánica.

En este proyecto también podrá verse el caudal de combustible inyectado.

Las limitaciones del proyecto serán de indole mecanico debido al desgaste por fricción.

PARTES DEL PROYECTO

El proyecto consta de dos partes que son:

a. Parte mecanica.

b. Parte electrónica.

a. Parte mecanica

- Bomba de inyección
- Inyectores
- Acumulador de combustible
- Filtro de combustible

b. Parte electrónica

- Modulo de control

OBJETIVOS

Objetivos generales

- Mejorar el sistema de enseñanza, basandose en un método didáctico-visual. Además, permitirá un aprovechamiento máximo de las pruebas de laboratorio de inyección de gasolina.

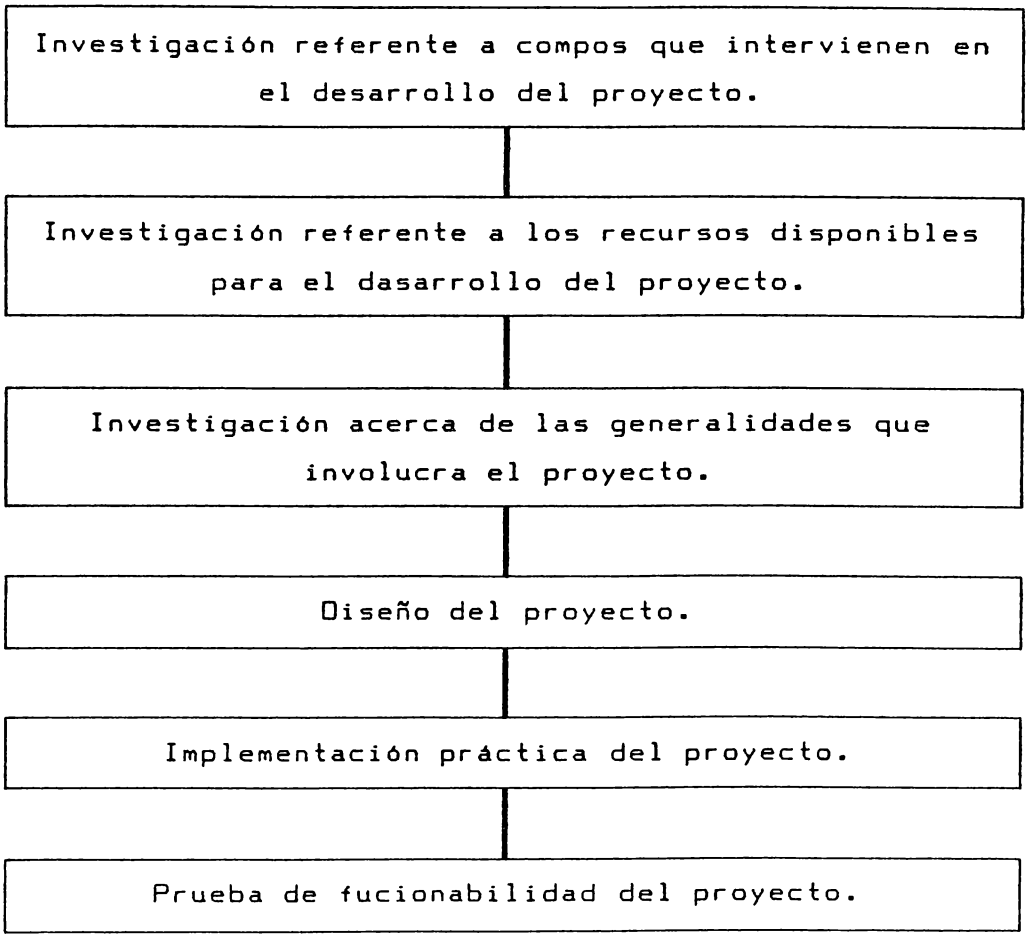
Objetivos especificos

- Mostrará la funcionabilidad que existe en un sistema constituido por una parte mecanica y una parte electrónica.

- Ampliará el área de acción de la enseñanza, ya que podrá ser usado tanto en talleres como en instituciones de enseñanza superior.

PLAN DE SOLUCION

El plan a seguir para el desarrollo del proyecto se presenta de una forma esquemática, por medio de un flugrama, las partes que lo conforman serán explicadas posteriormente.



Para el desrrollo del proyecto se procederá a buscar toda la información necesaria que completa al proyecto. También a las áreas que este abarque para que al diseñar éste se tenga toda la serie de factores, estandares, normas, etc., que éste tenga que guardar.

- Implementación del proyecto

  Posteriormente de haber diseñado el proyecto se precede a la implementación de este en la práctica, es decir, la construcción del proyecto, realizarlo a los ajustes o mejoras en determinados puntos, que sean necesarios para el funcionamiento óptimo en la práctica.

- Prueba de funcionabilidad del proyecto

  Debido a que al realizar un proyecto éste debe ser sometido a una sere de pruebas las cuales indican a los diseñadores del mismo si éste necesita algún ajuste, mejora, reemplazamiento, etc., ya que en base a esto se logra alcnazar los abjetivos que el proyecto desea alcanzar.

- Investigación referente a campos que interviene en el desarrollo del proyecto.

  En base al proyecto que se realizará se procede a investigar todos los aspectos, factores o campos que el desarrollo del proyecto involucra para tener una marca de referencia y en base a éste una visualización de lo que se tendrá que hacer.

- Investigación referente a los recursos disponibles para el desarrollo del proyecto

  En base a la investigación del proyecto se tiene que pensar sobre los dispositivos, materiales, instrumentos, etc. que se utilizarán para la realización del proyecto, observando la factibilidad de poder adquirirlos de una u otra manera y también ver la posibilidad de usar un analogo en caso de no encontrar el original.

- Investigación acerca de generalidades del proyecto

  En base a que en el proyecto se encuentran ciertos aspectos los cuales no son de detección inmediata en el proyecto como otros, estos los clasificaremos como generalidades del proyecto los cuales definiremos según su campo o área dentro del proyecto.

- Diseño del proyecto

  Teniendo el proyecto a realizar, presentado este una innovación mejoramiento, solución, etc., se procederá al desarrollo de la forma más adecuada de lograr cualquiera de los puntos antes vistos.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

La metodología de investigación que se utilizará para el desarrollo de este proyecto abarcará tres áreas las cuales son:

a. Investigación bibliográfica

b. Investigación de campo

c. Investigación de laboratorio

a. Investigación bibliográfica

Se empleará una investigación bibliográfica para la adquisición de información necesaria para el desarrollo del proyecto, esta información será utilizada en lo referido al diseño de las diferentes partes que se complementan para el funcionamiento del proyecto, esta información nos provee de:

a. Formas adecuadas del diseño

b. Aspectos de diseño

c. Standares que se deben observar

c. Refinamiento de ideas

d. Conocimiento general del campo a tratar

e. Conocimiento general del campo a tratar

f. Conocimiento especifico del campo a tratar

g. Utilización óptima de recursos

h. Recursos disponibles

b. Investigación de laboratorio

Se realizará una investigación de laboratorio debido a que al desarrollar este proyecto debemos estar seguros de que funcionará correctamente y bajo las normas de un automóvil. La prueba de cada una de las partes difieren de la estructura y función de la misma, generalmente pdemos mencionar pruebas como:

a. Revisión de la bomba
b. Revisión de los inyectores
c. Revisión del caudal
d. Revisión del modulo de control
e. Revisión de funcionamiento por etapas
f. Revisión de funcionamiento de etapas complementadas
g. Revisión de funcionamiento de partes electrónicas con mecanica complementadas

c. Investigación de campo

Se realizará la investigación de campo en base a la busqueda de dispositivos, materiales, etc. que son necesarios para el desarrollo del proyecto.

También una investigación de diferentes aspectos tales como:

a. Procesao a seguir en una prueba de laboratorio
b. Normas de seguridad en una prueba de laboratorio
c. Factores que intervienen en la prueba de laboratorio
d. Posibles alteraciones en la prueba de laboratorio

CAPITULO II

ANTECEDENTES

El sistema de alimentación por carburador acompañó al motor de explosión para el automóvil desde sus principios. Originariamente el motor Otto o de cuatro tiempos se había fabricado para consumir gas y cuando se trató de encontrar un motor autónomo, que pudiera desplazarse como es necesario en cualquier vehiculo, se tuvo que buscar un combustible que fuera de fácil transporte y de alto poder energético. La idea que se impuso en los ingenieros del los años finales del siglo XIX consistía en calentar la gasolina, que era y en muy volátil, y hacer que una corriente de aire arrastrara estos vapores al interior del cilindro. Con ello se sentaban las bvases del carburador sin abandonar la filosofía propia de los motores de gas estacionarios de su época. De este estilo fueron los carburadores que ideó Bottieb Daimler para sus primeros motores ligeros y autónomos.

La idea de inyectar el combustible es, sin embargo, también muy antigua, ya que fue uno de los problemas que tuvo que resolver Rodolfo Diesel para poner a punto su famoso motor; pero hemos de adelantarnos a decir que los problemas de la inyección de gasolina dada la diferencia que existe en el modo de producirse

el encendido en ambos tipos de motores. Pero en todo caso, y en una reseña histórica, hay que recordar que hacia 1893 la idea de la inyección ya tenia presencia en el mundo técnico.

Desde un punto de vista práctico no puede hablarse de inyección de gasolina hasta que los grandes fabricantes de motores de explosión para la aviación comenzaron a interesarse por este nuevo procedimiento. La aviación fue la primera en encontrarse con serios problemas de carburación cuando los aviones empezaron a elevar su techo. En efecto: la diferencia de peso que experimenta el aire con respecto a la altura y en los sitemas de carburador esto era una verdadera pesadilla para los técnicos. Teniendo en cuenta que un motor perfectamente puesto a punto de carburación al nivel del mar pierde un 50% de su potencia cuando está funcionando a unos 54000 metros de altura ya se ve el gran reto que los técnicos tenían planteado. Porque además, no hay que perder de vista que en aviación el motro precisaba rendir al máximo en el ascenso pero también durante la travesía. Después de la primera guerra europea, en la que los aviones comenzaron a subir su techo de vuelo, los técnicos tuvieron que ingeniárselas para compensar la falta del llenado de los cilindros por falta de presión atmosférica que fue un principio el más grava de los problemas planteados. De ahí nacieron los trabajos realizados con los compresores por medio de los cuales

se conseguían resultados cada vez más apreciables llevados a cabo por casas punteras en los estudios técnicos como eran la Mercedes-Benz, la Fiat, etc.

Poco antes de iniciarse la segunda guerra mundial la Mercedes-Benz ya había experimentado bastante en los motores de aviación con unos sistemas de inyuección de gasolina que fueron puestos en práctiva hacia 1935 en colaboración con la empresa BOSCH por primera vez. Pero el desarrollo de estos equipos tendía que darse durante la misma guerra citada y siempre, por el momento, enel campo de la aviación.

Una vez terminada la guerra las patentes alemanas fueron confiscadas y las relativas a este tema pasaron a poder de la fábrica americana BENDIX que también desarrolló por su cuenta sistemas de los que se derivan los que tenemos en la actualidad, aun cuando en América también se habia aplicado la inyección de gasolina en la aviación durante la guerra.

La primera aplicación de la inyección de gasolina al campo del automóvil de la que se tiene noticia se produjo en 1948 dentro del grupo de fabricantes de automóviles alemanes que formaban la GDA, asociación en la que figuraban marcas que habían sido de gran prestigio antes de la guerra como la HANSA, la NAG y la

GOLIATH. Estas marcas, a las que se les unirían después la BORGWARD, la LLOYD, etc., establecieron un plan de investigación común para la realización de automóviles de muy bajo costo de adquisición, con motores muy económicos de mantenimiento y consumo, tal como requería el caótico estado en que quedó la industria alemana después de su derrota. A consecuencia de ello se investigó seriamente en los sistemas de inyección de gasolina y se creó un modelo prototipo, que funcionaba en 1948, provisto de un sistema de inyección directa cuyo desarrollo se encomendó a la GOLIATH pero que no tuvo mayor trascendencia.

Los estudios, sin embargo, no quedaron paralizados y tango alemanes como ingleses y americanos fueron investigando cada vez con mayor futuro sobre estos sistemas. En 1954 la casa MERCEDES-BENZ lanzó al mercado su primer automóvil de serie provisto de inyección de gasolina, el famoso modelo de gran turismo 300 SL. Al año siguiente lo hacía la marca inglesa JAGUAR y los nortamericanos sacaban el modelo Corvette de la CHEVROLET también muy poco después.

En el terreno de la competición la inyección de gasolina se había puesto en práctica bastante antes. En 1949 apareció por primera vez en Indianápolis un motor OFFENHAUSER que llevaba un sistema de inyección de gasolina indirecta. Se trata de un

CONNAUGHT que corría en competiciones en 1953 y que iba provisto de un sistema de inyección, de inspiración americana.

Salvo los casos citados del MERCEDES, el JAGUAR modelo D Type y el CHEVROLET, hasta 1961 se tendra que esperar para comenzar a ver modelos de serie provistos de estos sistemas de inyección de gasolina. Por estas fechas y durante todos los años sesenta comienzan a aparecer modelos especiales de serie que utilizan esta técnica. PEUGEOT adopta un equipo del fabricante KUGELFISCHER para su modelo, entoncer de gran éxito, el 404, situación que también adopa la LANCIA para su modelo Flavia 1800, además de FERRARI para su Dino 246 S, etc.

A partir de la década de los sesenta la aplicación de la inyección de gasolina fue cada vez más popular en casi todas las marcas importantes fabricadoras de automóviles, Eran raras las que no disponían de algunos modelos de élite que no estuvieran equipadas con este sistema. Pero entre todas cabe destacar la importante adhesión al sistema llevado a cabo por la alemana BMW que ha llegado a incorporar los más sofisticados adelantos en el terreno de la inyección de gasolina para sus coches de serie.

La verdad es que los antiguos sistemas de inyección eran bastante incompletos para las necesidades del motor y para el futuro que a esta técnica podía predecírsele. En los años cincuenta la inyección de gasolina era una aplicación casi directa de un equipo de inyección Diesel.

La utilización de la bomba rotativa dio un sesgo nuevo a los sistemas de inyección de gasolina.

A poco que se medite sobre estos procedimientos propios de los primeros tiempos de aplicación de la inyección de gasolina, pronto podremos darnos cuenta de los muchos defectos que estos presentan. Es muy difícil que por procedimientos semejantes se consigan dosificaciones superiores en la precisión a las que conseguín los carburadores de la época y desde luego la adaptación de este sistema no aportabasoluciones convincentes por el precio del equipo, la dificultad de puesta a punto y la complicación del dispositivo. Consecuentemente, habrían de pasar todavía algunos años hasta conseguir los equipos que comenzarán no solamente a ser fiables sino a presentar las ventajas que hos distancian a los equipos actuales de inyección provistos de mandos electrónicos, de todas las instalaciones convencionales que utilizan el carburador.

Si bien las primeras patentes de aplicación de la electrónica a un equipo de inyección de gasolina datan de 1956 y fueron inscritas a nombre de la firma americana BENDIX, diez años más tarde la casa alemana BOSCH, que ya habia sido la pionera en los sistemas de inyección Diesel, logró poner a punto una buena gama de modelos de inyección electrónicos mediante los cuales se ha impulsado muy decididamente la penetración al mercado de esta clase de equipos.

CAPITULO III

SISTEMA DE INYECCION L-JETRONIC

Frente a cualquiera de las variantes que constituyen el L-Jetronic nos encontramos ante unos equipos electronicos de inyección de gasolina de gran efectividad y rendimiento que justifican su aplicación en los motores de explosión por su afortunada mejora en la preparación de la mezcla. Si bien una dosificación absolutamente perfecta es muy difícil de lograr con cualquiera de los sistemas, el L-Jetronic se mantiene muy cercano a la consecución de un funcionamiento ideal en todas las situaciones típicas que se producen en un motor de explosión. Basta con comprobar los rendimientos obtenidos en dos motores exactamente iguales, pero uno provisto de carburador y el otro de inyección L-Jetronic. La mejora queda manifiesta por el menor consumo,la menor expulsión de residuos contaminantes y la mayor potencia absoluta obtenida.

COMETIDO, VENTAJAS Y PRINCIPIO.

El L-Jetronic es un sistema de inyección sin accionamiento mecánico controlado electrónicamente, con el que se inyecta intermitentemente combustible en el colector de admisión.

COMETIDO

La misión de la inyección de gasolina es hacer llegar a cada cilindro el combustible exactamente necesario para el estado de servicio del motor en cada momento. Esto implica la necesidad de registrar el mayor número posible de datos importantes para la dosificación del combustible. Pero como el estado de servicio del motor suele variar rapidamente, resulta decisiva una rápida adaptación del caudal de combustible a la situación de marcha momentánea. La inyección de gasolina controlada electrónicamente es particularmente adecuada para este caso. Con ella puede registrarse una cantidad discrecional de los datos de servicio, en cualquier lugar del vehículo, para su posterior conversión en señales eléctricas mediante medidores. Estas señales se hacen llegar a la unidad de control de la instalción de inyección, la cual las procesa y calcula inmediatamente a partir de ellas el caudal de combustible a inyectar. El valor de este caudal depende de la duración de la inyección.

VENTAJAS.

Elevado rendimiento.

La supreción del carburador permite un diseño óptimo de las vías de aspiración y un elevado par motor, gracias al mejor llenado de los cilindros. El combustible se inyecta directamente delante de las válvulas de admisión.

A través de los tubos de admisión sólo se suministra aire al motor. Estos tubos pueden diseñarse de forma que favorescan el flujo, para conseguir una distribución del aire y un llenado óptimo de los cilindros. Con ello se logra una elevada potencia específica y una evolución del par motor adecuada a la práctica.

Menos combustible

Gracia al L-Jetronic, el motor recibe únicamente la cantidad de cómbustble que efectivamente necesita. Cada cilindro recibe lo mismo que los otros en todos los estados de servicio. En las instalaciones con carburador, los procesos de distribución de la mezcla entre los tubos de admisión hacen que la mezcla de aire-combustible sea desigual en los distintos cilindros. La necesidad de producir una mezcla que garantice la llegada suficiente de combustible al cilindro peor alimentado, no permite una distribución óptima del combustible. Las consecuencias son un elevado consumo y cargas diferentes en cada cilindro.

En las instalaciones JETRONIC, a cada cilindro le corresponde una válvula de inyección. Estas se controlan en forma centralizada lo que garantiza que cada cilindro reciba con precisión, en todo momento, y bajo cualquier carga, un caudal de combustible óptimo e idéntico, no mayor de lo necesario.

Rapidez de adaptación

El L-Jetronic se adapta a las condiciones de cargas cambiantes practicamente sin ninguna demora, ya que el caudal necesario de combustible es calculado por la unidad de control en milisegundos, siendo inyectado a continuación por las válvulas de inyección directamente delante de las válvulas de admisión del motor.

PRINCIPIO.

Una bomba impulsa el combustible al motor y genera la presion necesaria para la inyección.

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

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

- SITEMA DE ASPIRACION.
- SENSORES.
- UNIDAD DE CONTROL.
- SISTEMA DE ALIMENTACION.

Sistema de aspiración

El sistema de aspiración hace llegar al motor el caudal de aire necesario. Consta de:

- FILTRO DE AIRE.
- COLECTOR DE ADMISION.
- MARIPOSA Y
- DISTINTOS TUBOS DE ADMISION.

Sensores

Los sensores (medidores) registran las magnitudes caracteristicas del motor en cada estado de servicio.

La magnitud de medición más importante es el caudal de aire aspirado por el motor, que es registrado por el medidor correspondiente, llamada tambien "sonda volumétrica de aire".

Otros medidores registran:

- LA POSICION DE LA MARIPOSA.
- EL REGIMEN DE REVOLUCIONES DEL MOTOR.
- LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y DEL MOTOR.

Unidad de control

En esta unidad electrónica se analizan las señales suministradas por los medidores, y a partir de ellas se generan los impulsos de mando correspondientes para las válvulas de inyección.

Sistema de alimentación

El sistema de alimentación impulsa el combustible desde el deposito a las válvulas de inyección, genera la presión necesaria para la inyección, y mantiene constante dicha presión. El sistema de alimentación incluye:

- BOMBA DE ALIMENTACION.
- FILTRO DE COMBUSTIBLE.
- TUBO DISTRIBUIDOR.
- REGULADOR DE PRESION.
- VALVULAS DE INYECCION
- VALVULA DE ARRANQUE EN FRIO.

CONSTITUCION BASICA DEL L-JETRONIC

A continuación mostraremos el esquema de funcionamiento del L-JETRONIC (figura 1) en un muy completo desarrollo de esta instalación.

En primer lugar tenemos el depósito de combustible (1) del que es aspirada la gasolina por la bomba de rodillo de accionamiento eléctrico (2). En este caso la bomba recibe la corriente desde un caja de relés (3) regida por el interruptor de contacto (4) y de la batería (5). Con el combustible a presión de inyección se le hace pasar por un filto (6) y de allí al tubo distribuidor (7) desde el que el combustible tiene acceso a todos los inyectores (8) y también al inyector de arranque o válvula de arranque en frío (9), además del regulador de presión (10), nos encontramos con la mariposa (11) con su correspondiente caja de contactos (12). También nos encontramos con la válvula de aire adicional (13) para el mantenimiento del ralentí acelerado.

El elemento particular de este sistema que merece mucha atención es la sonda volumétrica de aire (14) también llamada a veces medidor del caudal de aire. La entrada de aire

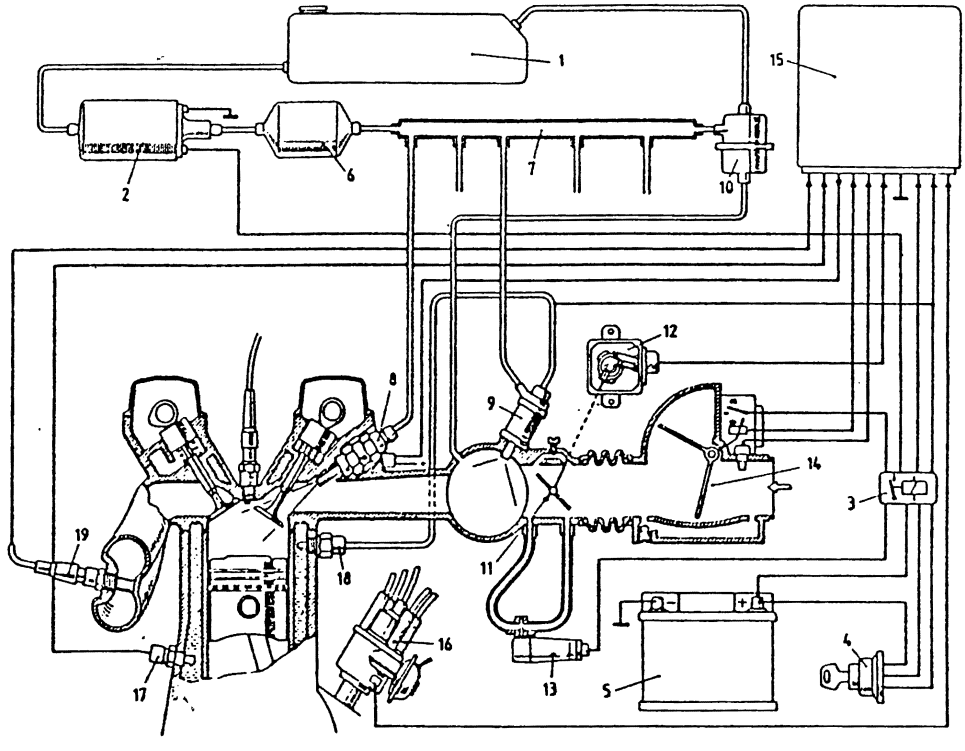


FIGURA 1. Esquema general del sistema L-JETRONIC. Los números están relacionados en el texto.

modifica la posición de la mariposa sonda del medidor, la cual al bascular, y por medio de unos contactos proporciona información a la unidad electrónica de control (15) del caudal de aire que ha penetrado al conducto de admisión.

Para disponer del conocimiento del punto en que debe hacerse la inyección, la UEC (15) recibe impulsos desde el distribuidor (16), así como el estado de temperatura del agua de refrigeración a través de la sonda térmica del motor (17) y del interruptor térmico de tiempo (18).

Por último nos queda por ver solamente la sonda Lambda (19) cuya función es analizar los gases de escape a medida que van circulando por el colector de escape para informar a la UEC de la composición de oxígeno de los residuos de la combustión. Con estos datos la unidad electrónica, corrige su propio funcionamiento en cuanto a la dosificación aumentando o reduciendo el tiempo de abertura de los inyectores, lo que se traduce en enriquecer o empobrecer la dosificación lograda hasta el momento.

En la figura 2 tenemos el conjunto de las piezas que componen este equipo debidamente detallada en el pie de la figura.

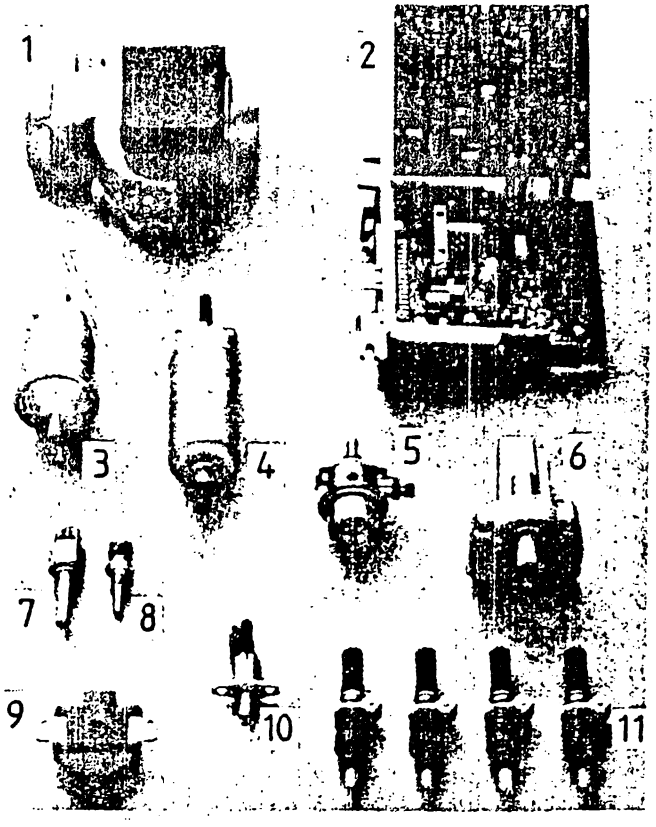


Figura 2. Aspecto real que presentan los principales componentes de un equipo de inyección de gasolina L-Jetronic. 1, sonda volumétrica de aire. 2, unidad electrónica de control. 3, filtro. 4, bomba eléctrica de combustible. 5, regulador de presión. 6, mando de aire adicional. 7, termocontacto temporizado. 8, sonda de temperatura. 9, caja de contactos de la mariposa. 10, inyector de arranque en frío. 11, inyectores.

SENSORES

ESTUDIO DE CADA ELEMENTO PRINCIPAL

Ahora profundizaremos un poco en la forma cómo actuan y están constituidos los sensores principales de que consta un equipo de inyección L-Jetronic. Para ello vamos a valernos del siguiente programa:

- CAJA DE CONTACTOS DE LA MARIPOSA.
- TERMOCONTACTO TEMPORIZADO.
- SONDA LAMBDA.

El conocimiento preciso de la forma de funcionar de cada una de estas válvulas o dispositivos nos facilitará el poder entender los trabajos practicos que se desarrollarán al observarse fallos o irregularidades de funcionamiento del conjunto. Pasemos, ahora al estudio independiente de cada uno de estos elementos.

CAJA DE CONTACTOS DE LA MARIPOSA

Debido al sistema de medición del caudal del aire en el sistema, la caja de contactos de la mariposa resulta bastante simple. De hecho se trata de unos contactos que determinan solamente dos posiciones relacionadas con un contacto de ralentí y otro de plena carga. En la figura 3 tenemos el esquema de esta caja. Como es habitual en estos dispositivos, el eje de la mariposa es solidario del eje de la caja de contactos de modo que al girar establece los contactos convenientes según la posición de una rampa por medio de la cual se determina la situación en que se halla la mariposa. En la citada figura 3 tenemos en (1) los contactos de ralentí y en (2) los contactos de plena carga.

En la figura 4 se muestra en perspectiva la disposición interna de la caja de contactos de la mariposa con sus con-tactos de ralentí (1) y de plena carga (2).

Como su nombre lo indica esta caja siempre se encuentra unida a la mariposa de modo que es fácil de localizar en el motor.

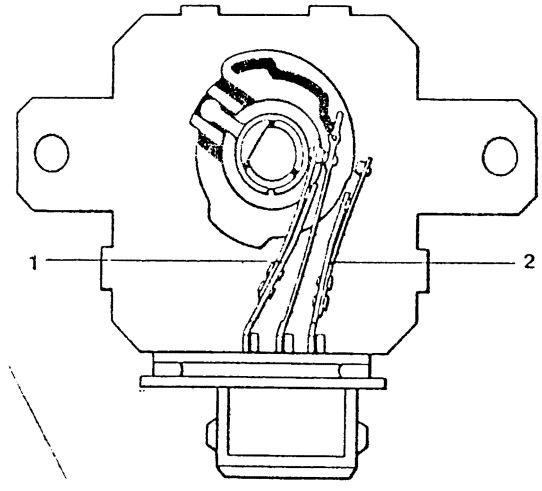


FIGURA 3. Disposición de los contactos en una caja de contactos de la mariposa para un equipo L-JETRONIC. 1. Contacto de ralentí. 2. Contactos de plena carga

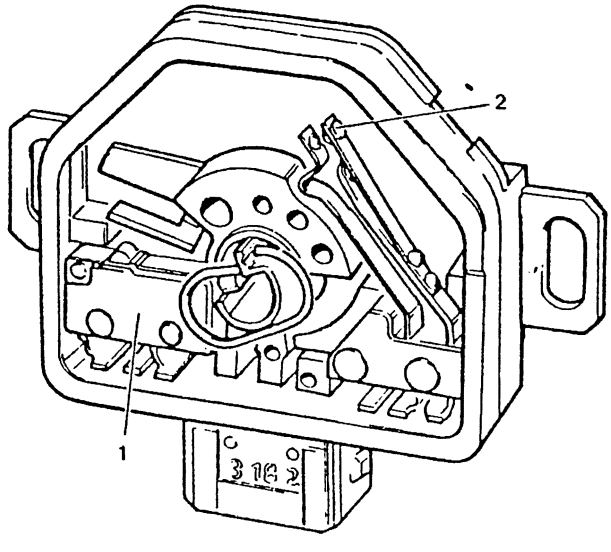


FIGURA 4. Vista en perspectiva de una caja de contactos de la mariposa, abierto. 1. Contactos de ralentí. 2. Contactos de plena carga.

TERMOCONTACTO TEMPORIZADO

Este termocontacto ocupa la posición que vemos en el esquema de la figura 1 señalado con el número 18. Se haya en contacto con el inyector de arranque para impedir que éste inyecte gasolina en los casos de arranque con el motor caliente.

Su constitución interior esquematica la vemos en la figura 5. Se trata de un simple interruptor provisto de una placa bimetal térmico que se conecta o desconecta según el estado de temperatura que soporte.

En la figura 5 tenemos dibujados los contactos (1) en posición de reposo. La placa bimetálica (2) está rodeada por una resistencia (3) que es a la vez la corriente de paso. Cuando se inicia el paso de corriente la resistencia va calentando la placa bimetálica hasta que el calor la dobla y los contactos se separan. Esta operación está calculada para que dure un cantidad de tiempo determinada. El resto de las partes de que consta este termotemporizador son el cuerpo mismo (4) y los bornes de conexión (5).

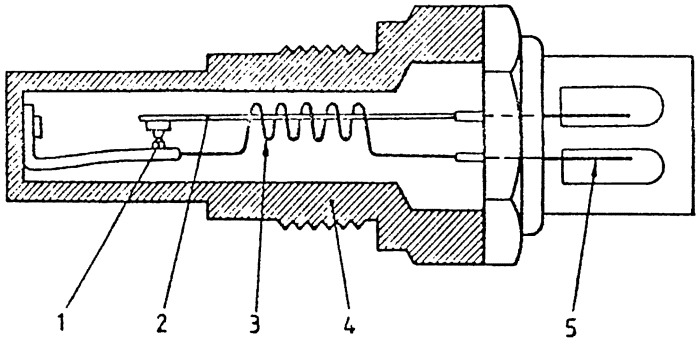


FIGURA 5. Constitución interna de un termocontacto temporizado. 1. Contacto. 2. Placa bimetálica. 3. Resistencia. 4. Cuerpo del termocontacto. 5. Bornes de conexión.

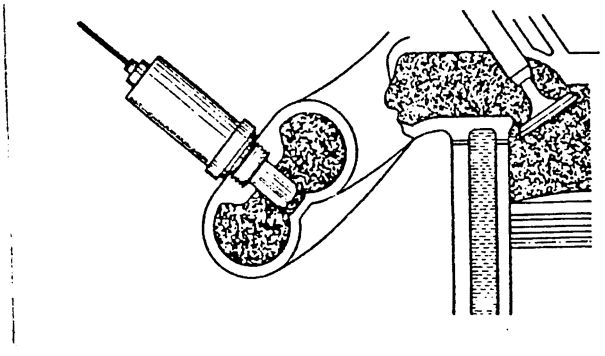


FIGURA 6. Ubicación de la sonda Lambda.

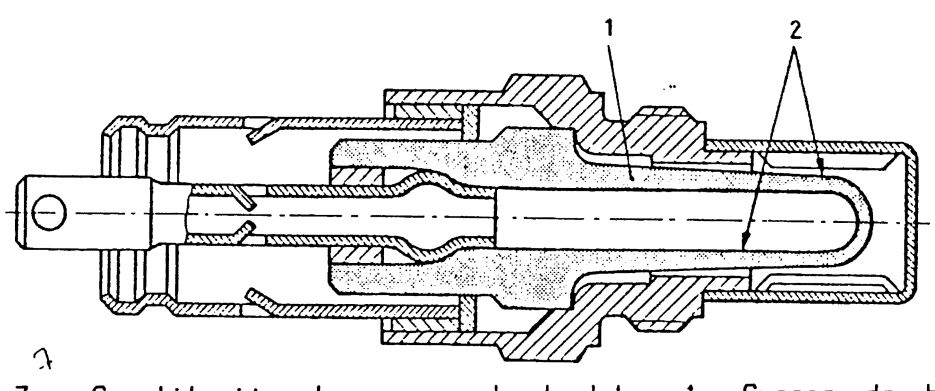


FIGURA 7. Constitución de una sonda Lambda. 1. Cuerpo de bióxido de zirconio. 2. Contactadores de platino

SONDA LAMBDA

Esta sonda es un sistema catalizador que analiza los gases en el mismo momento en que circulan por su tubo de expulsión; detecta en su composición la excesiva riqueza de gases contaminantes y manda una orden de corrección a la UEC para que ésta modifique la dosificación que está produciendo este dispositivo se monta para países muy estrictos en el área de la contaminación ambiental, y su aspecto exterior podemos verla en la figura 6 instalada en el centro del tubo de escape. Estos catalizadores cumplen bien sus funciones cuando el motor trabaja con gasolinas con indice de plomo muy bajos.

Está constituida fundamentalmente por un cuerpo de cerámica de bióxido de zirconio (figura 7) debidamente encapsulado para su protección, cuya punta se haya en contacto con los gases de escape por su parte exterior. Por la parte interna del cuerpo de cerámica se haya en contacto con la atmósfera. La caracteristica del bióxido de zirconio consiste en que conduce muy bien los iones de oxígeno cuando éstos se hayan a temperaturas elevadas, tal como es el caso en el escape, cuando la mezcla quemada que pasa junto a ella es rica en oxígeno hace que los iones de este gas se depositen en la superficie de unos contactores de platino

exteriores de que consta la punta de bióxido zirconio y que se hayan señalados en la figura 7. En la parte interna también dispone de contactores de platino y éstos se encuentran en contacto con el oxígeno del aire y se produce entre las caras interna y externa unas tensiones eléctricas que son enviadas a la UEC para que allí sean debidamente tratadas. La forma de detectar la composición correcta del escape se realiza en función de la cantidad de oxígeno que contienen estos gases. La tensión de salida puede alcanzar valores de hasta 0.80 voltios.

SITEMA DE ALIMENTACION.

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

Una bomba de rodillos accionada eléctricamente impulsa el combustible desde el depósito con una presión de aproximadamente 2.5 bares (36.3 PSI) a través de un filtro, hasta un tubo distribuidor del cual parten tuberías hacia las válvulas de inyección. Al final del tubo distribuuidor se encuentra un regulador de presión que mantiene constante la presión de inyección. Como el sistema de alimentación bombea más combustible de lo necesario para el funcionaminto del motor en condiciones extremas, el regulador de presión devuelve el combustible sobrante, sin presión al depósito de combustible. Por el barrido constante del sistema de alimentación, éste es abastecido continuamente con combustible frío, lo que evita la formación de burbujas de vapor y permite conseguir buen comportamiento de arranque en caliente.

BOMBA DE COMBUSTIBLE.

Como bomba de combustible se utiliza una bomba de rodillos accionada eléctricamente. La bomba y el motor van alojados conjuntamente en una carcasa y son bañados por el combustible. Con esto se evita la propensión de las juntas a averiarse y los problemas de lubricación, al tiempo que se refrigera bien el electromotor. No existe peligro de explosión, ya que en la carcasa de la bomba y del motor no hay mezcla inflamable. La bomba impulsa más combustible del que el motor de combustión puede llegar a nacesitar como máximo, para asi poder mantener la presión en el sistema de alimentación en todos los estados de servicio que pueden presentarse.

La bomba de combustible está exenta de mantenimiento y va montada en posición contigua al depósito de combustible.

FILTRO DE COMBUSTIBLE.

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

Después de la bomba de combustible va instalando un filtro. Este contiene un elemento de papel con un tamaño medio de poro de 10 micrones, y detrás un tamiz que retiene las particulas de papel que puedan desprenderse. Por ello ha de respetarse imprescindiblemente el sentido del flujo indicado en el filtro. Una placa de apoyo fija el filtro en el cuerpo. El cuerpo es metálico. El fiitro puede cambiarse como unidad completa. Su duración depende del grado de suciedad del combustible y, según el volumen a filtrar, viene a ser de 30,000 a 80,000 Km.

REGULADOR DE PRESION.

Tiene como función regular la presión en el sistema de alimentación de combustible.

En la figura 8 tenemos un esquema de la constitución interior del regulador de presión, que dispone de una toma de vacío (1) que está en contacto con el colector de admisión por medio de un tubo y participa de los estados de depresión que allí se establecen, dispone de una membrana (2) en cuyo centro se ha colocado una válvula (3) mediante la cual se puede cerrar o abrir el conducto de reboso del liquido (4). La membrana citada divide en dos partes el cuerpo del regulador: una cámara (A) de presión, y otra (B), antagonista, regida por la acción del muelle (5) y de la depresión reinante en el colector por medio de la cual se modula la fuerza de cierre que el muelle ejerce sobre la membrana.

La gasolina probeniente de la bomba de transferencia entra en la cámara A por 6 inundandola por completo. La membrana mantiene cerrada la válvula (3) mientras la presión existente en esta cámara no venza la que ejerse el muelle y empuja la membrana.

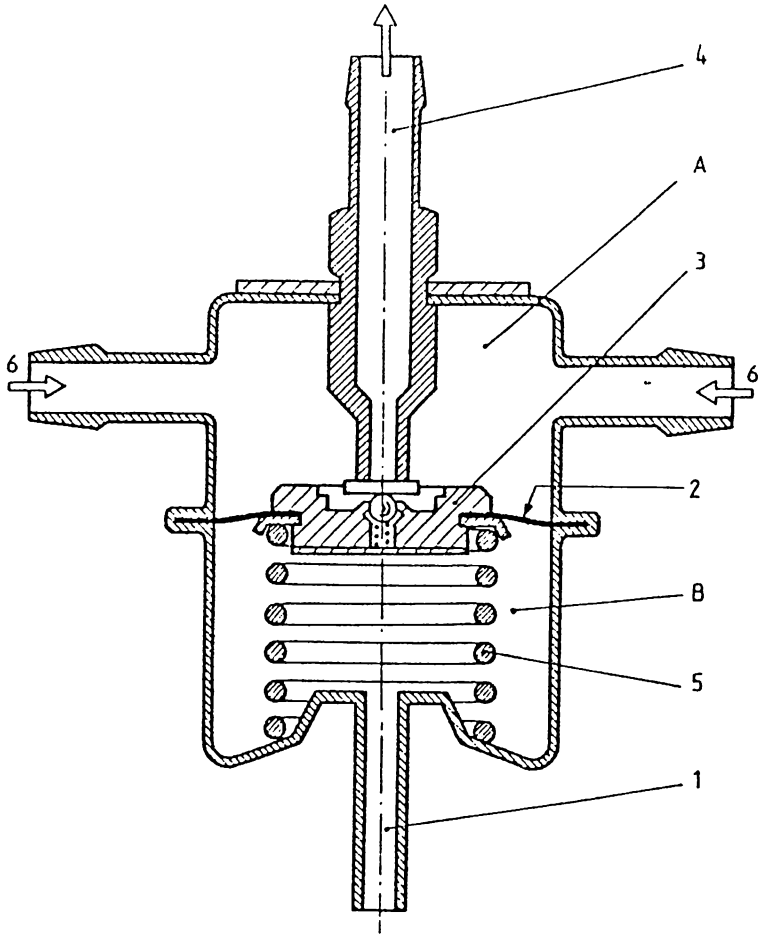


FIGURA 8. Constitución de un regulador de presión para un equipo L-JETRONIC. 1. Toma de vacío. 2. Membrana. 3. Conjunto válvula. 4. Conducto de rebose. 5. Muelle antagonista. 6. Conductos de entrada del combustible. A. Cámara de presión. B. Cámara de depresión.

Pero la fuerza del muelle puede modificarse por la depresión en el colector de admisión.

En estas condiciones, cuando el motor trabaja a plena carga y la mariposa de aceleración esta completamente abierta, la depresión en la cámara B es muy cercana a 1 bar, y no vence al muelle (5) y éste permite tener el valor de presión elevado puesto que solo se abre cuando la presión de A es mayor que la de B. Si por el contrario, la mariposa se encuentre cerrada, y existe una gran depresión en el colector, esta misma depresión tira hacia abajo de la membrana abriendose la válvula de rebose (3) antes de lo previsto por la fuerza del muelle y ello ocasiona una caida de presión en el tubo distribuidor y tambien en los inyectores, los cuales inyectan menos gasolina en la misma cantidad de tiempo en que permanecen abiertos por la UEC.

En la figura 9 puede verse un dibujo en perspectiva de la constitución interna de un regulador de presión de este tipo.

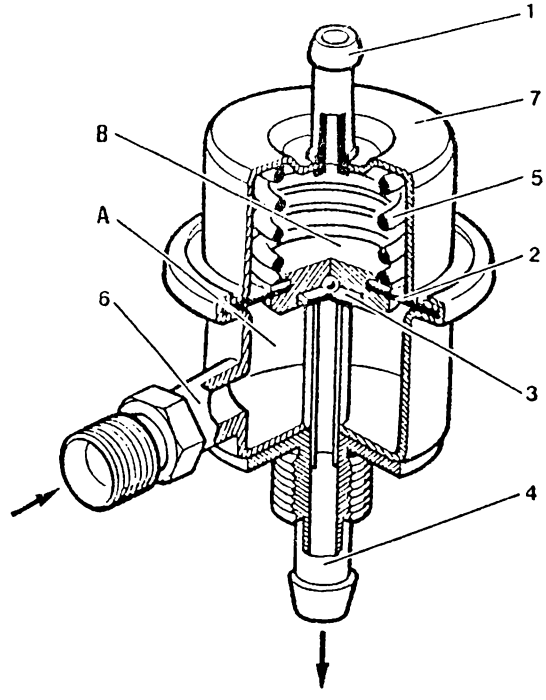


FIGURA 9. Vista en perspectiva del a constitución de un regulador de presión. 1. Toma de vacío. 2. Membrana. 3. Válvula. 4. conducto de rebose o retorno al depósito de combustible. 7. Caja del regulador. A. Cámara de presión. B. Cámara de vacío.

TUBO DISTRIBUIDOR.

El tubo distribuidor garantiza una presion igual del combustible en todas las válvulas de inyección.

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

VALVULA DE INYECCION.

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

A cada cilindro del motor le corresponde una válvula de inyección. Estas son accionadas electromagnéticamente, abriéndose y cerrándose en respuesta a los impulsos eléctricos recibidos de la unidad de control. La válvula de inyección consta de un cuerpo y de la aguja del inyector. Cuando el devanado magnético está sin corriente, la aguja es apretada por un muelle helicoidal contra su asiento estanco, en la salida de la válvula. Cuando se excita el electroimán, la aguja es levantada de su asiento aproximadamente 0.1 mm y el combustible puede salir por una ranura anular calibrada. En el extremo delantero de la aguja del inyector va una espiga pulverizadora. Los tiempos de excitación y reposo de la válvula se situan entre 1 y 1.5 milisegundos.

FORMACION DE LA MEZCLA.

La formación de la mezcla tiene lugar en el colector de admisión y en el cilindro.

La válvula de inyección pulveriza una cantidad determinada de combustible delante de la válvula de admisión. Al abrir la válvula de admisión, el caudal de aire aspirado arrastra la nube de combustible, y durante el tiempo de aspiración forma, por turbulencia, una mezcla inflamable.

SISTEMA DE CONTROL.

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

MAGNITUDES DE MEDICION Y ESTADO DE SERVICIO.

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

- MAGNITUDES PRINCIPALES.
- MAGNITUDES PARA ADAPTACION NORMAL.
- MAGNITUDES PARA ADAPTACION PRECISA.

Magnitudes de medición principales

Estas magnitudes son el régimen de revoluciones del motor y el caudal de aire aspirado por el motor.

Magnitudes de medición para adaptación normal

En estados de servicio que difieran del normal, la mezcla ha de adaptarse a las condiciones modificadas. Se trata de los siguientes estados:

- ARRANQUE EN FRIO.
- FASE DE CALENTAMIENTO.
- ADAPTACION DE CARGA.

Magnitudes de medición para adaptación precisa

Con el fin de optimizar el comportamiento de marcha, a la hora de dosificar el combustible pueden tenerse en cuenta otros márgenes de servicio y factores de influencia: el comportamiento de transiición al acelerar, la limitación del régimen máximo y la marcha con motor retenido.

Actuación conjunta de las magnitudes de medición

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

REGISTRO DEL NUMERO DE REVOLUCIONES.

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

MEDICION DEL CAUDAL DE AIRE.

El caudal de aire aspirado por el motor es una medida de su estado de carga.

El caudal de combustible calculado a partiir de la medición del caudal del aire y del número de revoluciones, se denomina "caudal basico de combustible".

El principio de la medición del caudal de aire se basa en la medición de la fuerza que la corriente de aire aspirado ejerce sobre una aleta-sonda para vencer la fuerza de un muelle antagonista. La aleta se desplaza de manera que, conforme al perfil del canal de medición, la sección libre aumenta con el caudal del aire.

Se trata de una de las piezas más importantes y características del equipo L-Jetronic. Su función es medir la cantidad de aire aspirado por el motor, lo cual determina su estado de carga. La medición del caudal de aire determina la cantidad de tiempo que los inyectores deben permanecer abiertos y por lo tanto, entre ambas funciones, se encuentra la dosificación de la mezcla conseguida con este equipo.

En la figura 10 tenemos un esquema que nos acercará a la manera de trabajar de esta sonda que también recibe el nombre de caudalímetro. Consta fundamentalmente de una mariposa-sonda (1) que puede pivotar sobre un eje central. Cuando el motor aspira aire, éste, debe vencer el obstáculo que representa la mariposa, la empuja y penetra por el conducto en la dirección que la flecha indica. La mariposa-sonda lleva a su extremo una mariposa de compensación (2) la cual se mueve dentro de una cámara de compensación (3) para amortiguar las pulsaciones. La posición de este conjunto de dos mariposas solidarias determina una señal de tensión que se establece en el potenciómetro (4), el cual, junto con la señal que le proporciona una sonda de temperatura del aire (5) manda una señal a la UEC para que tenga información sobre el valor del aire que está circulando a través del tubo.

Completan el dispositivo un canal de by-pass (6) por donde el aire deja en cortocircuito a la mariposa-sonda y que sirve para la alimentación de aire durante el régimen de ralentí del motor. En (7) de la figura 10 podemos ver el tornillo de reglaje del ralentí que trabaja reduciendo o aumentando el paso del aire por este canal de by-pass.

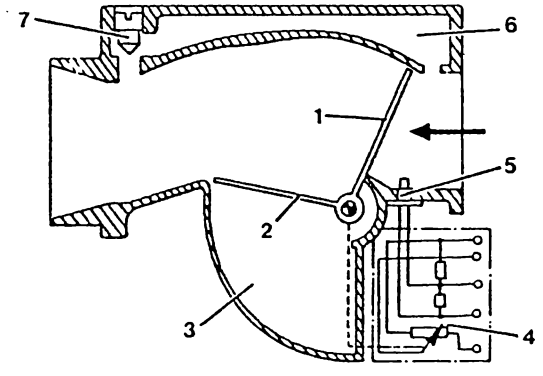


FIGURA 10. Esquema de la constitución de la sonda del caudal de aire en un equipo L-JETRONIC. 1. Mariposa-sonda. 2. Mariposa de compensación. 3. Cámara de compensación. 4. Potenciómetro. 5. Sonda de temperatura de aire. 6. Canal de by-pass para el ralentí. 7. Tornillo de reglaje.

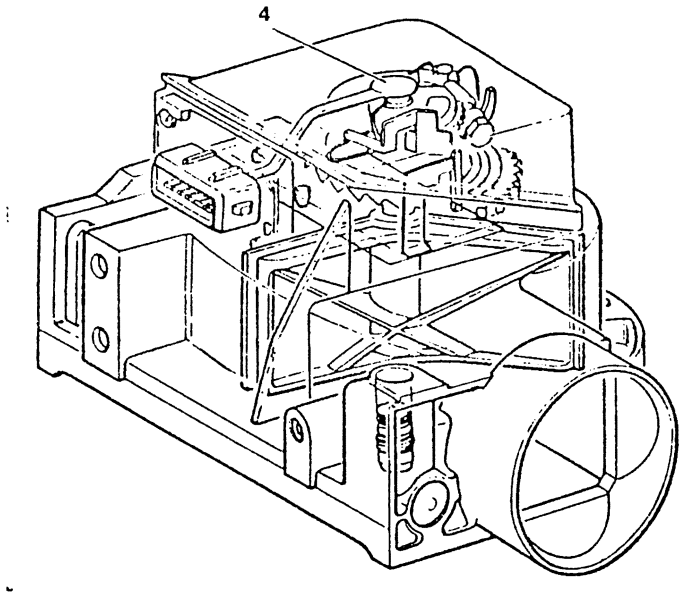


FIGURA 11. Vista de la composición interna del caudal de aire. Aquí hay que destacar la presencia del potenciómetro (4) en la parte superior del dibujo.

La mariposa-sonda adquiere una posición angular determinada en cada momento por la fuerza de aire que el motor necesita y aspira de acuerdo con la posición de la mariposa del acelerador que el conductor gobierna. La relación entre el ángulo descrito por la mariposa-sonda y el volúmen de aire aspirado es logarítmica y esta relación hace que se obtenga una gran sensibilidad para la medición de pequeños volumenes de aire, y también de pequeñas variaciones en el volúmen del mismo. Toda modificación en la carrera de la mariposa-sonda es trasmitida mecánicamente al potenciómetro, el cual recibre corriente eléctrica y trasmite señales de tensión diferenciadas a la UEC para que determine la inyección de acuerdo con los datos recibidos.

El potenciómetro es una pieza fundamental para el buen fucionamiento de la sonda del caudal de aire. En la figura 11 tenemos en perspectiva la constitución interna de la sonda en la que se destaca en la parte superior y señalada con el número 4 la presencia del potenciómetro. Todo su mecanismo está en una caja estanca dentro de la cual existe una atmósfera muy seca. Consta de una placa de cerámica con una serie de contactos y catorce resistencias cuyos valores fueron exactamente ajustados con la ayuda de un haz de rayos láser. En la figura 12 tenemos un esquema de la constitución eléctrica interna del potenciómetro. La rampa señalada con (1) corresponde a los diferentes contactos. Señaladas con la letra R se hayan representadas las 14 resistencias de que consta el potenciómetro. Estas resistencias tienen además la particularidad de no variar su valor de resistencia eléctrica a pesar de los cambios bruscos de temperatura que puedan producirse y que de hecho se producen, en todas las piezas que están más o menos en contacto con el motor, entre sus estados de motor parado o funcionando a pleno régimen.

En la misma hemos representado con la flecha (2) al cursor que es solidario con la mariposa-sonda de modo que con el movimiento de ésta el cursor se desplaza a través de los contactos y determina diferentes estados de tensión de acuerdo con el número de resistencias que la corriente se vea obligada a atravesar. La corriente de la batería mantiene la tensión de batería (Ub) entre

el borne de entrada y de salida. La corriente atraviesa las resistencias R14 y R13 y por el borne 8 se pone en contacto con el cursor.

En la posición indicada por la figura 12 la corriente solamente ha de atravesar la resistencia R1 por lo que su salida hacia la UEC tiene un valor de tensión relativamente alto.

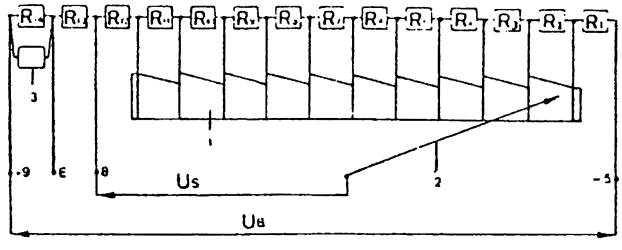


FIGURA 12. Esquema eléctrico de la constitución del potenciómetro de la sonda del caudal de aire. 1. Rampa de contactos. 2. Cursor solidario de la mariposa-sonda. 3. Termistancia de temperatura del aire. R. reistencias.

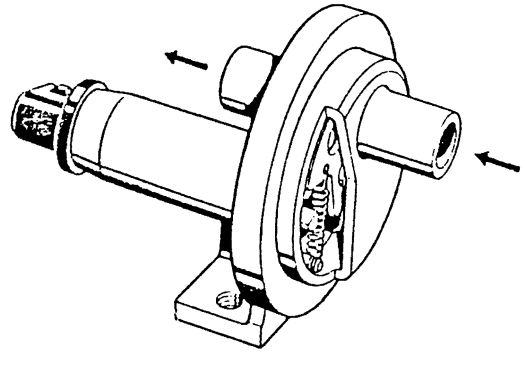


FIGURA 13. Aspecto de una válvula de mando de aire adicional de las utilizadas en el L-JETRONIC.

A medida que el cursor se desplaza hacia la izquierda de la figura van interviniendo cada vez mayor número de resistencias lo que hace que la tensión de salida (Us) sea cada vez más baja dentro de unos valores suficientes para que la UEC lo relacione con el tiempo de abertura de los inyectores que tendrá que ordenar de acuerdo con este parámetro principalmete.

Como puede verse la resistencia R14 lleva en derivación una termistancia (3) por medio de la cual se conoce la temperatura del aire. De este modo la temperatura a que el aire es aspirado influye en la tensión de salida pues viene establecida por una variación en la tensión que recibe el cursor a través del borne B.

El canal de by-pass sirve para el mantenimiento del régimen de giro de marcha lenta.

El aire puede circular, en una muy pequeña cantidad por un canal que burla la presencia de la mariposa-sonda. Un tornillo regula el volúmen de paso de aire y por medio de él se rectifica la riqueza del ralentí.

La cama de amortiguación y de la mariposa de compen-sación tiene la misma superficie que la mariposa-sonda y su misión es suavisar los desplazamientos de aquella para reducir las pulsaciones que originan las contra presiones que eventualmente se producen en el colector de admisión.

ARRANQUE EN FRIO.

Dependiendo de la temperatura del motor,al arrancar se inyecta una cantidad adiicional de combustible durante un tiempo limitado.

Al arrancar en frio se producen pérdidas por condensación en la proporción de combustible de la mezcla aspirada.

Para compensarlas y facilitar el arranque del motor en frio, en el momento de arrancar ha de inyectarse combustible adicional. La inyección de este caudal adicional de combustible tiene lugar durante un tiempo limitado y depende de la temperatura del motor.

UNIVERSIDAD DON BOSCO
BIBLIOTECA CENTRAL
"RAFAEL LANDIVAR"
CIUDAD UNIVERSITARIA
SOYAPANGO, EL SALVADOR

FASE DE CALENTAMIENTO

Durante la fase de calentamiento se hace llegar más combustible al motor.

Al arranque en frío le sigue la fase de calentamiento del motor. Este necesita un considerable enriquecimiento de la mezcla para el calentamiento, ya que parte del combustible se condensa en las paredes de los cilindros. Además, sin un enriquecimiento adicional de combustible se apreciaría una notable caída de revoluciones tras la supreción del caudal de combustible inyectado adicionalmente por las válvulas de arranque en frío.

Sonda térmica

La sonda térmica consta de un perno roscado hueco en el que va alojado una resistenci NTC. Las siglas NTC significan "Negativ Temperatur Coeffizient" (Coeficiente negativo de temperatura) y caracterizan la propiedada: "la resistencia de un material semiconductor disminuye al aumentar su temperatura". Esta variación se aprovecha con fines de medición.

En el caso de los motores enfriados por agua, la sonda térmica se instala en el bloque del motor de tal manera que sea bañada por el liquido refrigerante, adaptando la temperatura de éste.

CONTROL DEL RALENTI

Durante la fase de calentamiento y por influencia de una válvula de aire adicional, el motor recibe más mezcla con el fin de superar la mayor fricción que se produce en estado frío, garantizándose así un ralentí estable.

Cuando el motor está frío existen mayores resistencias debidas al rozamiento, y precisamente han de ser superadas con el motor girando en ralentí. Por ello se hace que el motor aspire más aire a través de la válvula de aire adicional, eludiendo la mariposa. Dado que este aire adicional es registrado por el medidor del caudal de aire y se tiene en cuenta para la dosificación de combustible, el motor recibe en conjunto más mezcla. De esta forma se consi-gue una estabilización del ralentí cuando el motor está frío.

Válvula de aire adicional

En la válvula de aire adicional, un diafragma accionado por un resorte bimetal controla la sección de la tubería de derivación. La sección del orificio de este diafragma se ajusta en función de la temperatura, de forma que durante el arranque en frío se deja libre una sección proporcionalmente mayor, que después se va reduciendo constantemente al aumentar la temperatura del motor, hasta el cierre total. El bimetal se calienta eléctricamente para conseguir una limitación del tiempo de apertura, que depende del tipo de motor. El lugar de montaje de la válvula de aire adicional se ha elegido de forma que ésta adopte la temperatura del motor, a fin de garantizar que no funcione estando el motor caliente.

En las figuras 13 y 14 tenemos el aspecto exterior de esta válvula. Las flechas indican el lugar por el que puede circular el aire adicional mientras el motor está frío, situación en que la válvula debe permitir el paso.

Para centrarnos bien en su posición dentro del circuito recordemos que esta válvula está representada en 13 de la figura 1.

Su funcionamiento es el siguiente: Dispone de una mariposa de freno que puede verse con mejor detalle en la figura 14 señalada en (1), que se encuentra articulada sobre un eje fijo y central que vemos en (2).

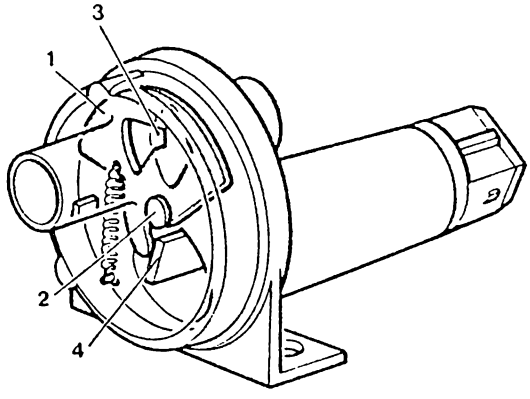


FIGURA 14. Disposición de la parte mecánica de un mando de aire adicional. 1. Mariposa de freno. 2. Eje de articulación. 3. Orificio de paso del aire. 4. Extremo del termoelemento de calentamiento eléctrico.

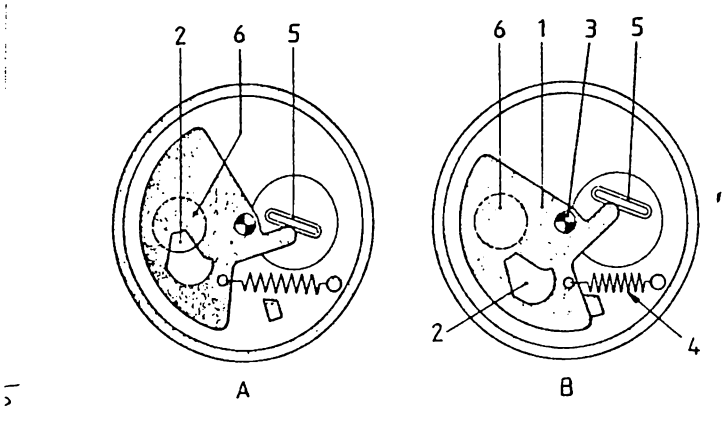


FIGURA 15. Dos aspectos del funcionamiento de aire adicional. A. En posición de abierto. B. En posición de cerrado. 1. Mariposa de freno. 2. Ranura de la mariposa. 3. Eje de giro. 4. Muelle antagonista. 5. Extremo del bimetal. 6. Orificio de paso del aire adicional.

Esta mariposa puede girar en sentido rotativo, de modo que cuando se encuentra en una posición determinada cierra el conducto del paso del aire (3). La posición que adopta la mariposa depende a su vez de la posición que mantenga el tope (4) que no es más que el extremo de un dispostivo bimetálico con resistencia de calentamiento. Un muelle obliga a la mariposa de freno a aplicarse sobre el tope.

En la figura 15 se puede observar un esquema que muestra con gran claridad la forma de trabajar de este mando de aire adicional. Aqui tenemos en (1) dibujada la mariposa de freno, la cual dispone de una ranura (2) de paso de aire. Su movimiento de rotación está propiciado por su anclaje en el eje (3) y su posición relativa se encuentra entre la acción del muelle (4) y del tope (5) que no es mas que el extremo de un bimetal con resistencia de calentamiento. Cuando el motor esta frio, según la señal que recibe la UEC del captador térmico de temperatura, manda corriente a la resistencia del bimetal, pero la posición inicial de reposo es la mostrada en el dibujo A de la figura. Podemos ver que la ranura (2) coincide con el orificio de paso del aire adicional (6), mientras la posición del tope (5) sea la indicada en la figura. A medida que la resistencia se va calentando de acuerdo con la corriente que recibe de la UEC, la

mariposa va rotando lentamente hasta separarse por completo su ranura (2) del orificio de paso de aire adicional (6), de modo que se cierra este paso tal como lo muestra el dibujo B de la figura y ya no hay posibilidad de utilización de este conducto por parte del aire.

Adaptación de la carga

Distintos régimenes de carga requieren distintas composiciones de mezcla. La curva característica de demanda de combustible se determina para todos los régimenes de servicio específicos del motor en base a la curva característica del medidor de caudal de aire.

Ralentí

Una mezcla demasiado pobre puede provocar fallos de combustión en ralentí, y con ello un funcionamiento irregular del motor. Por ello, si es necesario se enriquece un poco la mezcla en este régimen de servicio. Para ajustar la proporción de mezcla en ralentí se ha previsto en el medidor de caudal de aire un bypass regulable a través del cual pueda pasar un pequeño caudal de aire alrededor de la aleta-sonda.

Carga parcial

La mayor parte del tiempo el motor funciona en carga parcial. La curva característica de demanda de combustible para este margen está programada en la unidad de control y determina la dosificación de combustible. Está diseñada de forma que, en este régimen de carga, el motor presente un bajo consumo de combustible.

Plena carga

A plena carga el motor tiene que proporcionar la potencia máxima. Esto se consigue enriqueciendo la mezcla en comparación con la composición que tiene en carga parcial. El valor del enriquecimiento se programa en la unidad de control en forma específica para cada motor. La información relativa al estado "plena carga" la recibe la unidad de control del interruptor de mariposa.

Interruptor de mariposa

El interrutor de mariposa va fijado al colector de admisión y es accionado por el eje de la mariposa. En las posiciones extremas de plena carga se cierra un contacto.

Acelaración: Durante la acelaración se inyecta combustible adicional

Al pasar de un estado de servicio a otro se producen variaciones en la mezcla, que se corrigen para mejorar el comportamiento de marcha.

Adaptación de la temperatura del aire

El caudal de combustible inyectado se adapta a la temperatura del aire.

La masa de aire determinante para la combustión depende de la temperatura del caudal de aire aspirado. El aire frío es más denso. Esto significa que para una misma posición de la mariposa el llenado de los cilindros empeora al aumentar la temperatura del aire.

Para registrar este efecto, en el canal de aspiración del medidor de caudal de aire se ha instalado una sonda térmica que indica a la unidad de control la temperatura del aire aspirado, de forma que ésta pueda regular en consecuencia el cuadal de combustible a dosificar.

Adaptaciones adicionales

A fin de optimizar individualmente para cada vehículo el comportamiento de marcha en determinados estados de servicio, pueden realizarse adaptaciones adicionales.

Limitación del número de revoluciones

En el sistema de limitación del número de revoluciones utilizado hasta ahora, el encendido es cortocircuitado por el rotor del distribuidor al alcanzar un determinado régimen máximo.

Este método no es aplicable a los vehículos con catalizador, ya que el combustible que sigue inyectándose llegaría sin quemar a dicho catalizador, lo que provocaría fallos térmicos en el mismo. Para resolverlo se limita electrónicamente el número de revoluciones.

Marcha con el motor retenido

Durante la transición a este tégimen de marcha, por encima de un determinado régimen de revoluciones puede cortarse la alimentación de combustible, es decir, las válvulas de inyección pueden permanecer cerradas.

La unidad de control analiza con este fin las señales procedentes del interruptor de mariposa y el régiman de revoluciones. Si el número de revoluciones desciende por debajo de un valor determinado o si se abre de nuevo el contacto de ralentí en el interruptor de mariposa, se reanuda la alimentación de combustible. El número de revoluciones a partir del cual se suprimen los impulsos de inyección es controlado en función de la temperatura del motor.

Unidad de control

En su calidad de unidad central, la unidad de control analiza los datos, proporcionados por los sensores, relativos al estado de servicio del motor. A partir de esos datos se forman los impulsos de control para las válvulas de inyección, de forma que el caudal del combustible a inyectar es determinado por la duración de la apertura de las válvulas de inyección.

Estructura de la unidad de control

La undidad de control de L-JTRONIC se encuentra en una carcasa metálica instalada en el vehículo en un lugar protegido contra salpicaduras de agua y fuera del campo de irradiación de calor del motor.

Los componentes electrónicos de la unidad van dispuestos en placas de circuito impreso, y los componentes de potencia de las etapas finales en el marco metálico de la unidad de control, quedando asi garantizada una buena disipación del calor.

Procesamiento de informaciones y formación de los impulsos de inyección

La frecuencia de los impulsos de inyección se calcula apartir del régimen de revoluciones del motor. El régimen y el caudal de aire aspirado determinan el tiempo básico de la inyección.

Corrección de la tensión. (voltaje)

El tiempo de excitación de las válvulas de inyección depende en gran medida de la tensión de la batería. Sin una corrección electrónica de la tensión, el retardo de reacción resultante tendria como consecuencia una duración de la inyección demasiado corta, y con ello un caudal de inyección insuficiente.

Si no se tomasen medidas para evitarlo, cuanto más baja fuese la tensión de la batería, tanto menos combustible recibiría el motor. Por esta razón, cuando la tensión de la batería en muy baja como sucede, por ejemplo, después del arranque en frío con

batería muy descargada, ha de compensarse mediante la correspondiente prolongación del tiempo de impulso previamientoe calculado, con el fin de que el motor reciba el cuadal de combustible correcto. Esto se denomina "compensación de la tensión (voltaje)" y para llevarlo a cabo se introduce la tensión de la batería en la unidad de control como magnitud de control.

CAPITULO IV

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN UN SISTEMA DE INYECCION L-JETRONIC

I. REGLAJES

a. Posición inical de la mariposa

La mariposa de aceleración debe poseer, al igual que ocurre en los carburadores, una posición de reposo inical que no cierre completamente el paso del aire por el conducto que gobierna. Esta es la llamada posición inical que viene controlada por un tornillo regulable de tope cuya posición se aprecia en las figuras 17 y siguientes que veremos y comentaremos muy pronto. Se encuentra en el lugar del muelle de retorno del eje en la parte directamente accionada por el cable del acelerador.

Para efectuar los controles necesarios en este reglaje se precisa tener el motor caliente, el encendido en perfecta puesta a punto y trabajar con el ventilador desembragado.

La primera operación consiste en conectar una toma de un depresiómetro en la salida de depresión dispuesta para la cápsula

del distribuidor y su avance de vacío. En la figura 16 vemos el momento de preceder a realizar esta conexion en el punto de vacío (1) del colector de admisión.

Después de haber comprobado que la mariposa gira con toda suavidad moviendo manualmente el eje unas veces con rapidez y otras muy lentamente para controlar los posibles bloqueos en su movimiento de rotación, poner en marcha el motor y comprobar el valor que proporciona el depresiómetro. Generalmente, el valor recomendado debe ser de un máximo de 100 bars (75 mm de mercurio). Si el valor obtenido en la prueba supera los 100 bars citados o si le falta mucho para llegar a ellos conviene el ajuste del tornillo para conseguir el valor recomendado.

Hay que advertir que este reglaje forma parte también del de puesta a punto de ralentí por lo que hemos de ver que todos los tornillos que intervienen en el reglaje del ralentí estén en condiciones de poder ser accionados. Por otra parte, el tornillo de tope de la mariposa, que vemos ahora en la figura 17, señalado en 2, está inmovilizado por algún producto antideslizante para que se mantenga en posición permanente. En la zona A de la figura, en la parte superior de la cabeza del tornillao, se suele

colocar mástic o un retoque de pintura como precinto de inviolabilidad para que no sea manipulado por manos inexpertas.

El reglaje se lleva a efecto realizando las siguientes operaciosnes: En primer lugar, retirar el mástic y quitar el tornillo (2) limpiando cuidadosamente el fileteado del tornillo de todo resto del producto antideslizante así como también limpiando el roscado a que el tornillo se acopla.

A continuación aplicar nuevo producto antideslizante sobre la rosca del tornillo y volverlo a montar y apretarlo hasta conseguir solamente que llegue sobre el tope y justamente inicie la abertura de la mariposa. La operación continúa pasando a apretar completamente el tornillo de aire de ralentí que hemos señalado en 3 de la figura 18.

Una vez apretado el tornillo de aire (3) volver al tornillo de tope de la mariposa (2) para darle vueltas completas.

Acto seguido a esta preparación ya puede ponerse el motor en marcha. Y con la ayuda de un cuentarrevoluciones conseguir que el motor se mantenga a un régimen de 600 rev/min actuando para

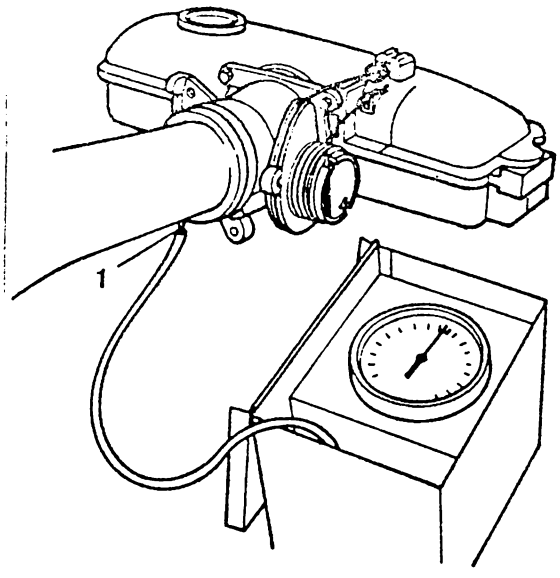


Figura 16 Colocación de un depresiómetro en el tubo 1 de toma de depresión del avance de vacio del distribuidor.

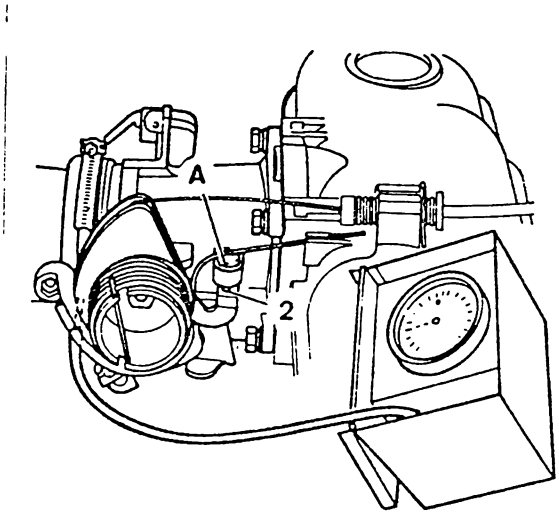


Figura 17 Situación en que se encuentra el tornillo de tope de la mariposa (2). (A) zona en la que suele haber algún producto de fijación como precinto de inviolabilidad.

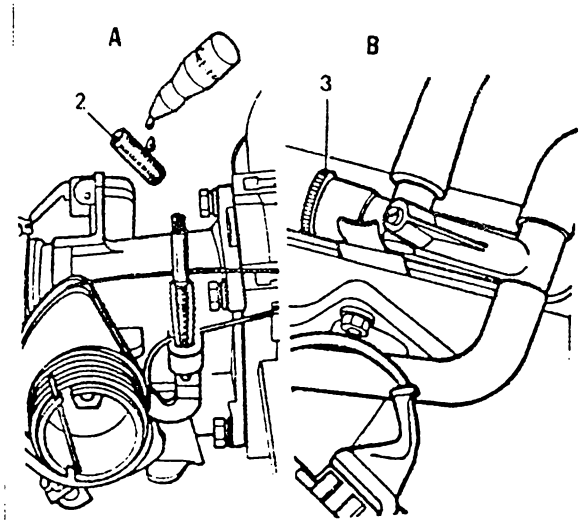


Figura 18 En el dibujo A tenemos el momento de aplicar mástic al tornillo de topo de la mariposa (2). En el dibujo B se muestra la colocación del tornillo de aire.

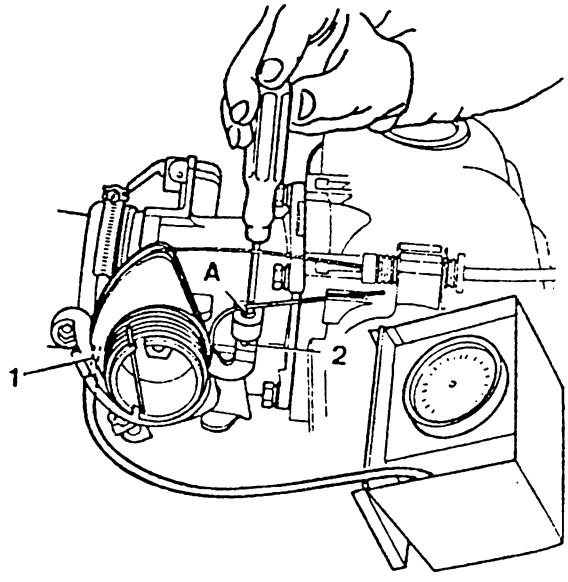


Figura 19 Accionando el tornillo de tope de la mariposa (2) desde su parte superior (A). (1) toma de depresión.

ello en el tormillo de tope (2) en un sentido o en otro, tal como se está haciendo en la figura 19. También es conveniente disponer un medidor de CO para comprobar que el porcentaje de esta gas tóxico se mantenga entre 0.5 a 1.50 % mientras el motor gira en las condiciones que acabamos de ver.

b. Régimen de ralentí

Como se ha visto, todas las operaciones que estamos relacionando en este párrafo están vinculadas entre sí. el raglaje del régimen de ralentí es una operación que se interfiere en el trabajo total del reglaje de la posición inicial de la mariposa que acabamos de ver.

Así, pues, se supone también que el motor está caliente, que el sistema de encendido se encuentra en perfecta puesta a punto, que el filtro del aire se encuentra en buen estado y colocado, por supuesto, en el vehículo y que el reglaje inicial de la mariposa está en el estado que vimos como resultado de los trabajos descritos para él. También el reglaje de la caja de contactores debe ser correcto y el ventilador debe estar desembragado.

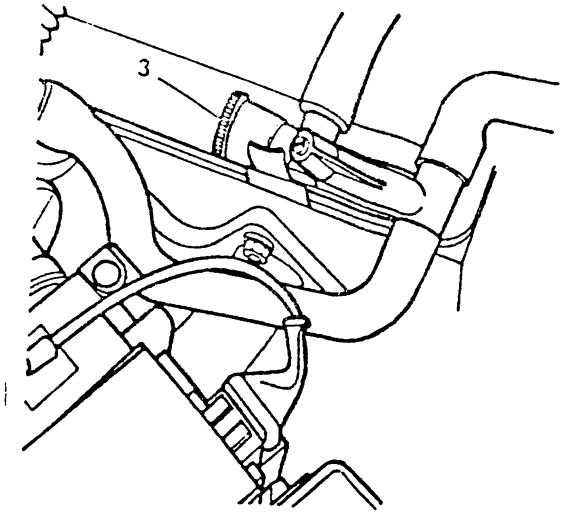


Figura 20 Situación del tornillo de aire de ralentí (3).

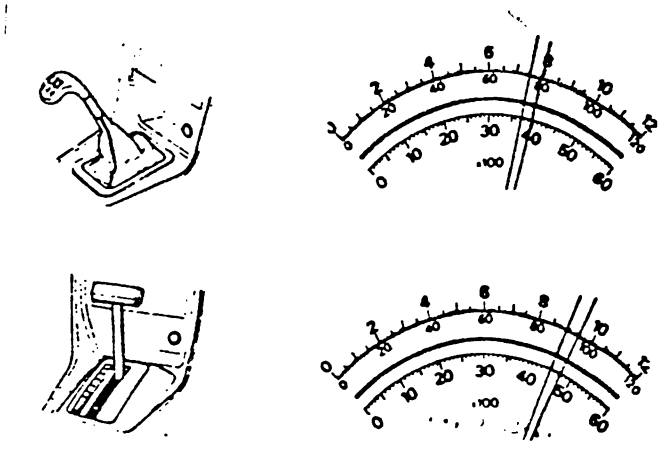


Figura 21 Regímenes de giro adecuados según el vehículo disponga de cambio de velocidades manual o automático.

En esta condiciones el reglaje del régimen de giro de ralentí se regula exclusivamente por medio del tornillo de aire que vemos en 3 de la figura 20. Conectado previamente un cuentarrevoluciones de precisión, se actúa sobre este tornillo (3) hasta obtener la velocidad de régimen que el constructor considere correcta y que dé en su manual de instrucciones. Por lo general, los valores que este régimen suele tener, oscilan entre las 750 a 800 rev/min para los motores dotados de cambios de marchas manuales y entre 900 a 950 rev/min para los motores equipados con cambios automáticos, del modo que se puede apreciar en la figura 21. Si el tornillo de tope de la mariposa (20) está bien regulado, estos regimenes podrán conseguirse bien actuando solamente sobre el tornillo de aire (3) que vimos el figura (25).

c. Riqueza de ralentí

Una vez regulado el régimen de ralentí en las condiciones que acabamos de ver, se debe pasar a hacer la comprobación del control de la riqueza del ralentí colocando el aparato analizador de gases de la forma habitual.

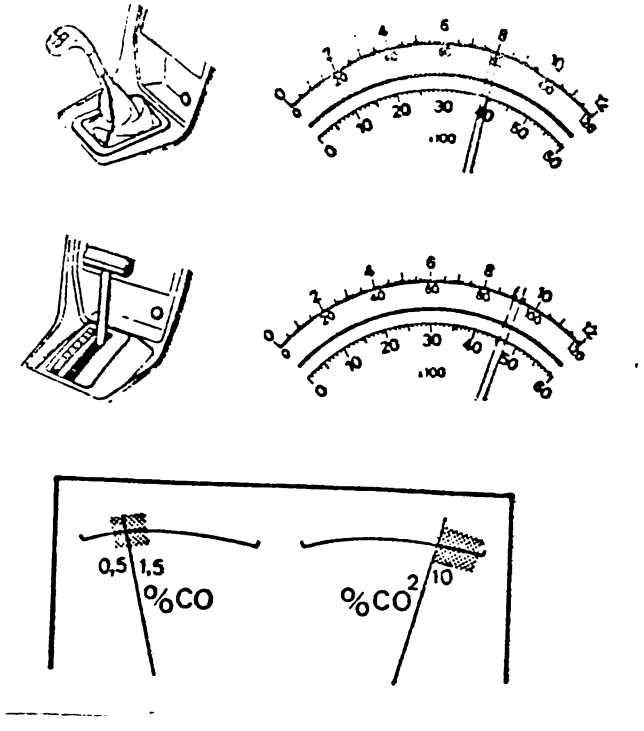


Figura 22 Valores entre los que debe encontrarse el CO y el CO ₂ según el cambio de velocidades.

Los resultados correctos se ven representados en la nueva figura 22 tanto para motores equipados con cambios manualaes como automáticos. Como puede verse se considera que el reglaje es correcto cuando el indice de CO está comprendido entre 0.5 y 1.5%. En cuanto a la tasa de CO es buena si es superior al 10%.

Si las agujas no se encuentran dentro de estos limites en el analizador será necesario proceder a efectuar el reglaje de la riqueza del ralentí. Para ello tendremos que intervenir en los siguientes tornillos de regulación que tenemos representados en la figura 23: nuestro conocido tornillo de aire (1); el tornillo de riqueza (2) que se halla protegido por un tapón de inviolabilidad (4) para que no pueda ser manipulado sin dejar huella, y cuyo tapón tendrá que ser destruido para tener acceso al tornillo de riqueza citado. Obsérvese en la figura que el tornillo de riqueza se encuentra en la pieza que constituye la sonda del caudal de aire (3) y su posición ya se vió con detalle en la pasado figura 13.

La primera operación para realizar este trabajo ha de consistir en la destrucción del tapón de inviobilidad, que es lo que se está mostrando en la figura 24. En primer lugar se quita la parte central del tapón y luego, con un destornillador plano y

haciendo palanca, se saca de su alojamiento el resto del tapón. De esta manera tendremos acceso al tornillo de riqueza que se encuentra al fondo, como se aprecia en la figura citada.

Desde este punto podremos actuar sobre el tornillo con la ayuda de una llave especial de tipo Allen, tal como se puede ver también en la figura 25. Apretando el tornillo la mezcla se enriquece y se empobrece aflojandolo. De todos modos esta prueba hay que hacerla comprobando el resultado con la ayuda del analizador de gases y con sumo cuidado de no engañarnos en la comprobación. A cada movimiento del tornillo de riqueza (2) es necesario acelerar dor o tres veces y dejar que el motor regrese al régimen de ralentí antes de pasar a efectuar la lectura en el analizador. Hay que actuar de este modo hasta que se consiga que el motor de los indices de CO y CO_2 que ya indicamos en la pasada figura 22.

Si a pesar de realizar bien las operacioones descritas hasta aquí, la lectura proporcionada por el analizador diera como resultado que el contenido de CO_2 que no debe ser inferior al 10%, no consigue establecerse en este nivel, entonces se tendrían que revisar otras partes del circuito que pueden intervenir negativamente en este proceso por medio de entradas o frenos al

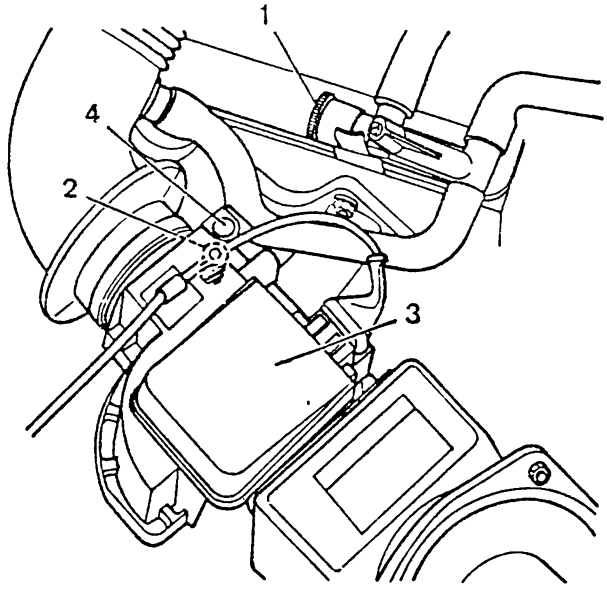


Figura 23 Partes que intervienen en el reglaje de la riqueza del ralentí. (1) Tornillo de aire, (2) tornillo de riqueza, (3) Sonda del caudal de aire, (4) tapón de inviolabilidad.

paso del aire por el conducto de admisión. En este sentido tenemos que pensar, en primer lugar, en el filtro de aire, que puede estar sucio y parcialmente obturado dificultando el paso del aire. También hay que revisar la estanqueidad de las tuberias del colector de admisión para que no hayan entradas indebidas de aire que falseen los resultados controlados por el tornillo de riqueza. Seguro que en estos puntos podremos encontrar la causa de un reglaje difícil de efectuar.

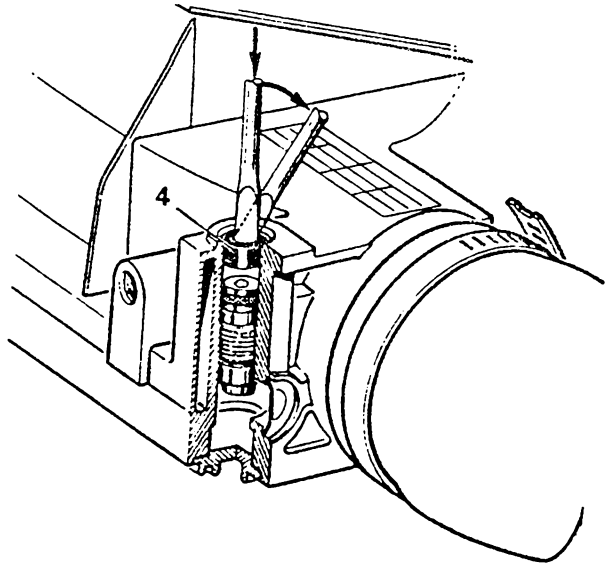


Figura 24 Destruyendo el tapón de inviolabilidad.

Una vez obtenido el ajuste de la riquza del ralentí poner un nuevo tapón de inviolabilidad para que el tornillo no sea manipulado y el trabajo podrá darse por concluido.

d. Caja de contactores

Ya explicamos el funcionamiento de esta caja a través de la pasada figura 4. Recordemos que está adosada al eje de la mariposa de aceleración y consta de los dos contactos de ralentí

y de plena carga. En primer lugar, hay que llevar a cabo el control de la alimentación eléctrica de esta caja de contactores para verificar si se mantiene dentro de la tensión eléctrica conveniente.

Para realizar esta comprobación se comienza por extraer el conector de la cha de contactores tal como se muestra se ha relizado en la figura 26. Este conector o ficha de contactos (1) tiene entrada de corriente "viva" a través de su borne 18, que es el cental. Apalicando un voltimetro entre este terminal y masa tendremos preparada una parte de la prueba. Como quiera que la corriente viene a la caja de contactores a través del relé taquimétrico,no hay corriente con el motor parado. Para hacer la comprobación, pues, es necesario extraer el conector del módulo de encendido y accioner el motor de arranque. Mientras esto se hace se ha de ver lo que señala la aguja del voltímetro. El valor correcto debve encontrarse en los nueve voltios o superior, pero nunca por debajo de los 9 voltios.

Si la tensión que recibe la caja de contactores a través de su borne 18 (señalado con 2 en la figura) es de valor inferior a los 9V hay que controlar la alimentación. El fallo puede estar provocado en el mismo relé taquimétrico obien por una rotura o

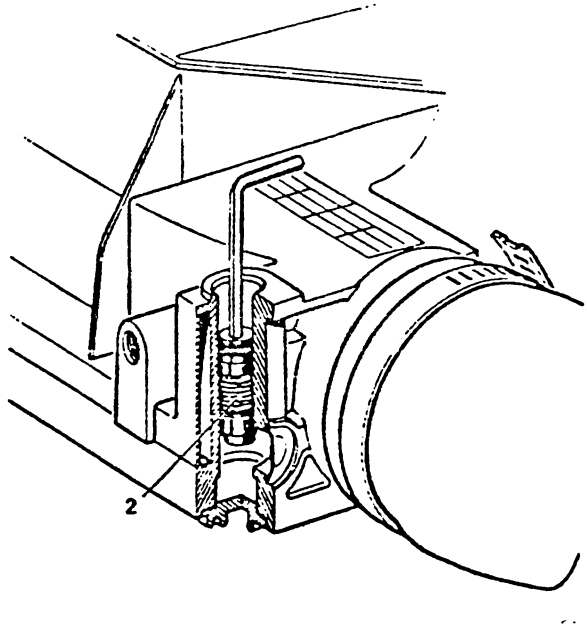


Figura 25 Forma de actuar sobre el tornillo de riqueza con la ayuda de una llave especial

interrupción del cable del borne 18 que hay que verificar con pruebas de continuidad.

Suponiendo que la corriente que llega al citado borne 18 se halle dentro de los valores autorizados, convendrá pasar al reglaje de la caja de contactores realizando las pruebas que se van a explicar a continuación. Cabe, sin embargo, indicar que en la figura 32 tenemos un dibujo en el que se muestran los tres bornes de la caja de contactores que se encuentran en ella, y que reciben los números 3, 18 y 2, tal como se aprecia en la figura. Los bornes correspondientes al contacto de ralantí, son los

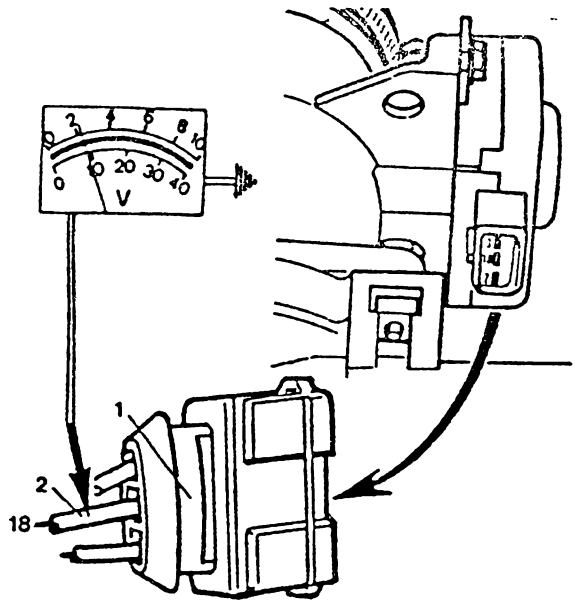


Figura 26 Comprobación de la caja de contactos de la mariposa. (1) Conector, (2) Borna 18 de entrada de la corriente.

compuestos por el circuito que se establece entre el borne 2 y el 18. Teniendo esto en cuenta pasemos a ver el reglaje de cada uno de estos contactores. *Reglaje del contacto de ralentí.* La caja de contactores va sujeta al cuerpo de la pieza que sustenta a la mariposa por medio de dos tornillos, uno de los cuales se aprecia en T de la figura 27, mientras el otro se encuentra en la parte opuesta de la figura (véase también a este respecto la pasada figura 4 en la que se aprecian los orificios de colocación de los tornillos de sujeción). La posición relativa de fijación de estos tornillos permite un cierto giro a la caja de contactores

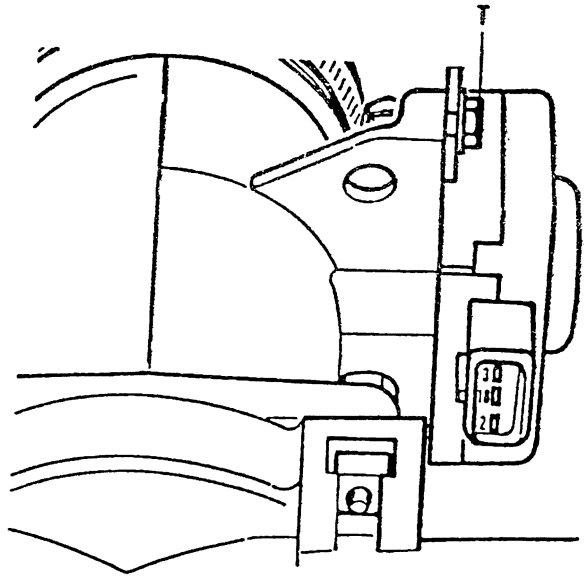


Figura 27 La caja de contactores puede girar sobre sí misma unos grados si se aflojan los tornillos (T) que la mantiene fija al cuerpo de la pieza que sustenta a la mariposa.

que está dispuesto para conseguir el perfecto ajuste de los contactos y sus rampas cuando la mariposa de gases se mueve. El reglaje consiste en aproximar o separar la posición relativa para conseguir que la señal de unicón de los contactos se produzca en el momento preciso.

Para llevar a cabo este reglaje hay que contar primero con el correcto y satisfactorio reglaje inicial de la mariposa del modo que ya se explicó con anterioridad. Después de ello comenzaremos el reglaje de la siguiente forma:

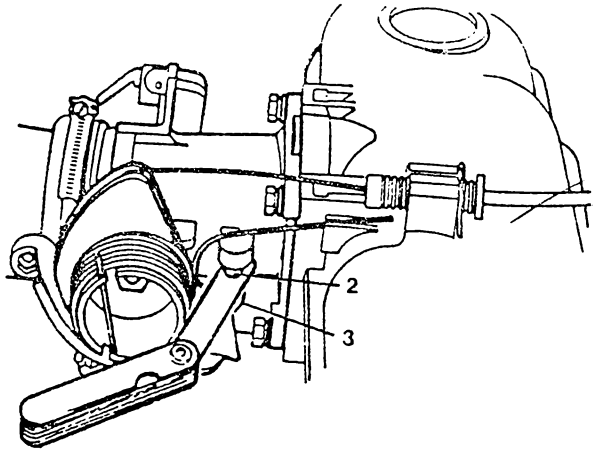


Figura 28 Medición con una galga de espesores la distacia entre el tornillo de tope de la mariposa (2) y el extremo de la palanca de accionamiento (3).

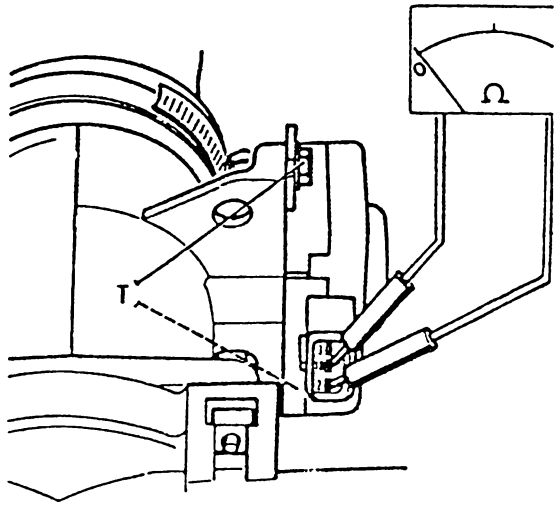


Figura 29 Comprobación con un ohmímetro del correcto posicionado de la caja de contactores. (T) tornillos de fijación.

Buscaremos un galga de espesores de 0.20 mm y la colocaremos entre el tornillo de tope de la mariposa (2, en la nueva figura 28) y el extremo de la palanca de accionamiento (3) del mismo modo que se muestra en esta citada figura 29. A continuación aflojar los dos tornillos de fijación de la caja de contacotres, uno de los cuales vimos señalado en T de la figura 27, y que también se han señalado con la misma letra en le figura 29 (aunque aquí también queda oculto el de la parte contraria que se halla en la parte diametralmente opuesta a la del tornillo que se encuentra dibujado). Estos tornillos se aflojarán suavemente para dar oportunidad al posible muy pequeño desplazamiento que la caja de contactores puede tener cuando realicemos otras operaciones de su reglaje.

Continuando con la figura 29 vemos que aquí se ha instalado un ohmnimetro cuyas puntas se colocan sobre los bornes 18 y 2 correspondientes al contacto del ralentí. En estas condiciones hay que hacer pivotar la caja de contactores hasta que el ohmnimetro indique resistencia igual a cero, lo que nos da a entender que los contactos de ralentí están ahora cerrados y permitirían el paso de la corriente. En este momento hay que pasar a bloquear los tornillos (T) de fijación para asegurar la posición de la caja, y acto seguido ya se puede retirar la galga de 0.20 mm que se interpuso al principio de la prueba.

Pero todavía no se ha terminado pues hay que determinar el lugar de apertura de los contactos. Para ello se coloca otra nueva galga de espesores, esta vez de 0.40 mm en sustitución de la galga de 0.20 que acabamos de retirar, es decir, entre el tornillo de tope de la mariposa (2) y el extremo de la palanca de accionamiento (3). En este caso el ohmnimetro debe indicar infinito y sera señal de que los contactos de ralentí del interior de la caja de contactores se han separado dejando el circuito abierto. Si se cumplen estas condiciones pueden asegurarse de que el reglaje está correcto, pero si la resistencia en esta nueva prueba no es igual a infinito será necesario volver a empezar con la galga de 0.20 mm de la forma que se ha explicado anteriormente. En definitiva, el reglaje satisfactorio es aquel que se produce entro los 0.20 y los 0.40 mm de movimiento del extremo de la palanca de accionamiento.

Reglaje del contacto de plena carga. Si la caja de contactores se encuentra en buen estado el reglaje de plena carga queda automáticamente bien efectuado cuando es de ralentí es correcto. Sin embargo hay que hacer una verificaciónde que se cumpla esta condición y ello es lo que vamos a ver en este momento y con la ayuda de la figura 30. En primer lugar se colocan las puntas del ohmnimetro entre los bornes 18 y 3; luego se abre la mariposa de gases con un desplazamiento angular generalmente de unos 66° y que viene señalado por una marca o medición según los casos. Por ejemlo, en la figura 30 que nos ocupa este movimiento de la mariposa queda representado por la separación que se indica en la

cota "X" de la figura entre el cuerpo de la mariposa (6) y la palanca de accionamiento (4). En este caso el valor de "X" es de 4 mm. Cumplidas estas condiciones el ohmnimetro debe dar una lectura de resistencia igual a cero lo que nos indica que los contactos de plena carga están cerrados en este punto.

Si no se logra obtener este valor después de un satisfactorio reglaje de los contactos de posición de ralentí la solución más adecuada será la de cambiar la caja de contactores, pues los contactos pueden sufrir excesivo desgaste.

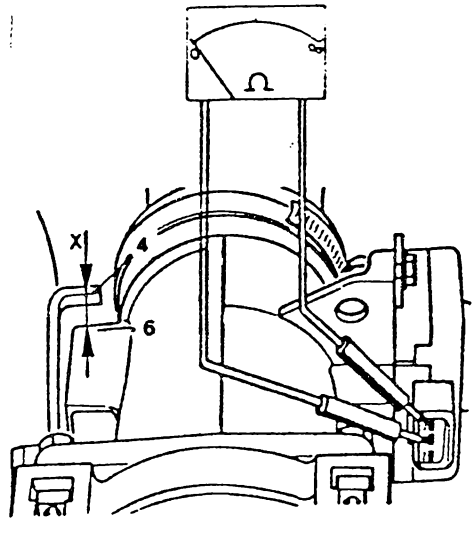


Figura 30 Comprobación y reglaje de los contactos de plena carga en la caja de contactores.

II. CIRCUITO DE ADMINSION DE AIRE

Todo el sistema de L-Jetronic funciona bien siempre que se cumnpla una condición previa de la mayor importancia. Esta condición es que todo el aire que penetre en el interior del circuito de admisión haya podido ser previamente medido por el caudalimetro o sonda medidora de aire. La unidad electrónica de control se basará siempre solamente en la información que recibe del caudalímetro para dar las órdenes precisas de apertura de los inyectores, de modo que si se efectuan entradas de aire que no pasen por la sonda de mediciôñ, la UEC las ignorará y la dosificación de la mezcla será siempre pobre, El control más importante que hay que realizar en este circuito será, pues, averiguar si existen fugas en el mismo ya que ello podría ser la explicación de un funcionamiento irregurlar observado en el equipo.

En la figura 31 tenemos un dibujo que muestra toda la disposición formada por el conducto de admisión. Las flechas indican los lugares por los que puede esperarse una entrada de aire y por lo mismo, los lugares que hay que verificar cuidadosamente cuando se trate de llevar a cabo este control. Al mismo tiempo nos sirve el dibujo para darnos cuenta de la

disposición que suelen presentar los más importantes elementos que componen el sistema L-Jetronic y que se tienen que hallar próximos al motor para cumplir con la misión que se les ha encomendado. Como puntos fundamentales hay que destacar la sonda de medición de aire (1) y la caja de la mariposa (4), sin olvidar válvular tan importantes como la de aire adicional (3) y la caja del tornillo de reglaje del ralentí(5). Hechas estas advertencias previas pasemos a ver cómo hay que realizar el trabajo de comprobación de las posibles entradas indebidas de aire en el conducto de admisión de aire.

a. Controles

Se trata de someter a una presión de aire el interior del circuito de admisión y, previo el recubrimiento con agua jabonosa de todos los puntos señalados con una flecha en la pasada figura 31, observar si se producen burbujas de jabón en algunos de los puntos para saber así si existe la posibilidad de una fuga del aire a presión que ha de traducirse, forzosamente, en una entrada de aire cuando exista depresión dentro del conducto.

Para llevar a cabo este trabajo se necesita, no obstante, una cierta preparación que vamos a describir. En primer lugar

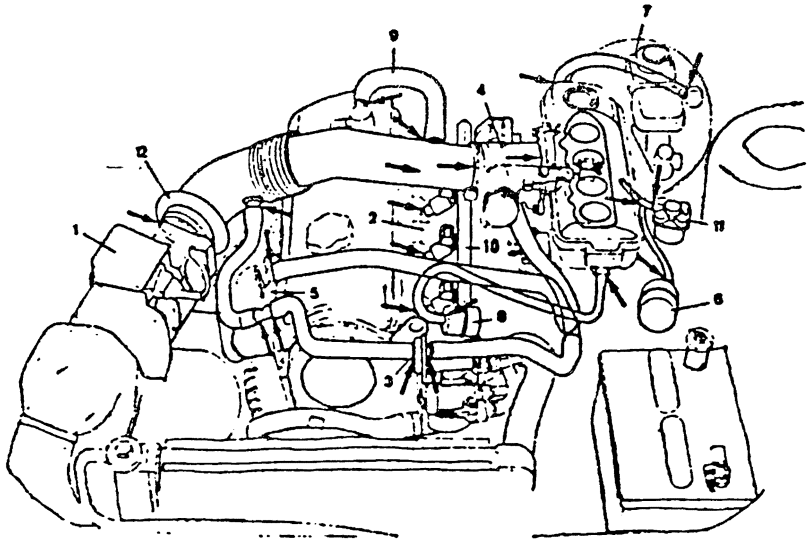


Fig. 31 Disposición de los elementos que forman el equipo de inyección de gasolina dispuestos en el motor. Las flechas indican todas aquellas zonas en la que es posible la entrada de aire al circuito de admisión. (1) Sonda de medición de aire. (2) Culata del motor. (3) Caja de aire adicional. (4) Caja de la mariposa. (5) Caja de reglaje del regimen del ralentí. (6) Recerva de vacío para el climatizador. (7) Servofreno. (8) Regulador de presión . (9) Tuberia de reaspiración de los vapores de aceite. (10) Rampa distribuidora. (11) Capatador de presión para econoscopio. (12) Record de admisión de aire.

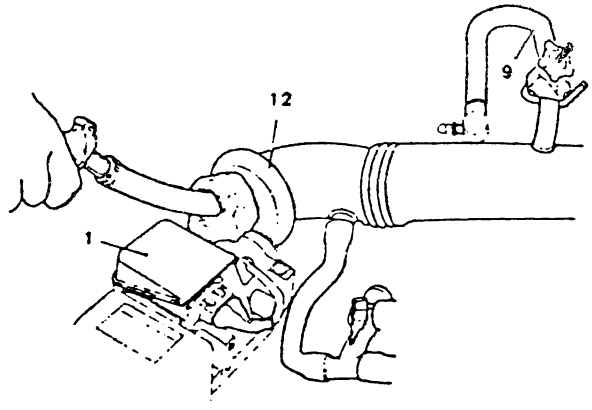


Figura 32 Comprobación del estado de estanqueidad del circuito de admisión.

colocar una pinza de estrangulamiento en la tuberia de reaspiración de los vapores de aceite. Esta tubo lo vimos en 9 en la figura 31 y ahora podemos verlo, debidamente pinzado en la figura 32 también señalado con 9. Acto seguido se abre completamente la mariposa y se obtura el tubo de escape. Luego se quita el rácor (12) de su unión estanca en el caudalimetro y se monta aquí una goma unida a una pistola de aire comprimido y a unos trapos que hagan estanca la salida de este mismo conducto, tal como se aprecia en la figura que estamos citando.

Por otra parte, se hace una solución de agua con jabón, de modo que quede el agua jabonosa y con un pincel se recubre por todos los lugares indicados por las flechas en la figura 31. Luego ya se puede poner aire a presión dentro del circuito procurando la

mayor estanqueidad posible y comprobando sistemáticamente todos los puntos donde se ha aplicado el agua jabonosa para cerciorarse de que el aire no se escapa formando burbujas a través de las abrazaderas o de las uniones.

Si existe alguna fuga manifiesta hay que proceder a cambiar las juntas o los racores o las obrazaderas o los mismos tubos, según el lugar donde la fuga se haya detectado. Si no se observa fuga alguna, será señal de que el circuito tiene una buena entanqueidad y no es por aquí por donde hay que buscar las posibles irregularidades de funcionamiento que se hubieran observado.

Para terminar con este tema conviene decir que hay que tener especial atención en algunos puntos particulares del circuito, tales como los mostrados por medios de flechas en la figura 33. No olvidar que tanto el distribuidor, en su toma de vacío del avance por depresión como la misma caja de contactores de la mariposa de gases pueden tener fugas que se convierten en entradas en caso de depresión interna del circuito. Por lo tanto no hay que olvidarse de atender a la comprobación de las partes indicadas por las flechas en esta figura.

Muchas veces las fugas pueden ser también detectadas por una simple inspección visual cuando el mal estado de los tubos o las abrazaderas, o de los tornillos de fijación de las juntas que están flojos, ya dan por sí solos una pista maás que razonable de la posible causa de la entrada de aire en el circuito. Otras veces esta misma comprobación puede hacerse a la inversa, es decir, aplicando con un pincel pequeñas cantidades de aceite del motor por todos los puntos indicados por las flechas mientras el motor está en marcha y girando al ralentí. Observando con detenimiento ser verá como el aire que penetra por la zona no estanca arrastra también el aceite dándonos de esta forma una pista del lugar de la fuga. De todos modos el sistema más conviencente es el que hemos indicado al principio, aunque no sea el sistema más cómodo.

Posteriormente veremos otro tipo de trabajos de origen eléctrico que hay que realizar también en la sonda de medición de aire.

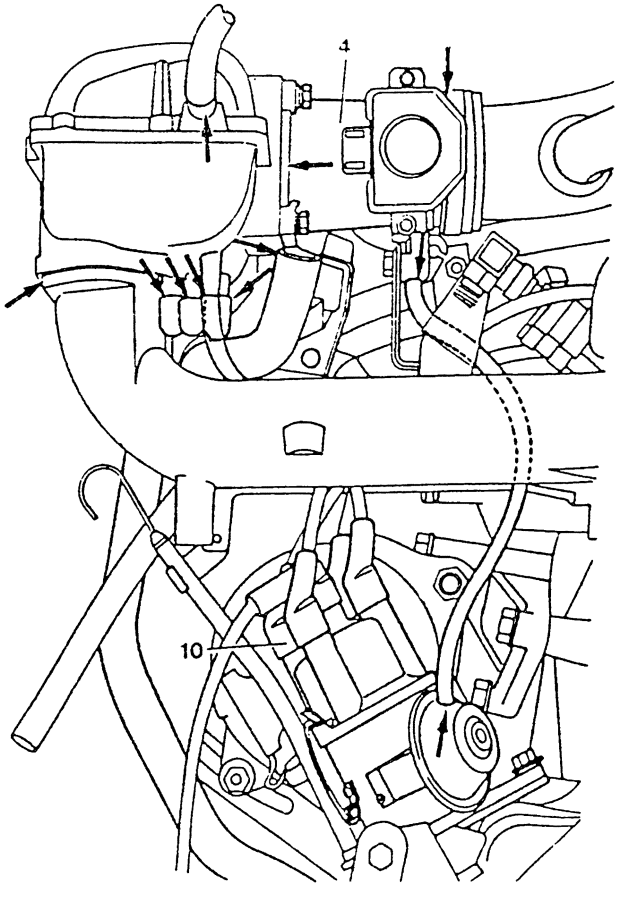


Fig. 33 Otras posibles entradas de aire se indican en estas figuras. Tanto la caja de contactores de la mariposa (4) como el delco 10 cuando lleva una toma de vacío puede proporcionar esta fuga.

III. CIRCUITO DE ALIMENTACION

Vamos a ver los controles principales que hay que realizar en el circuito de alimentación. *La descripción del circuito y de sus componentes ha sido ya realizada con anterioridad de modo que supone que el lector ya la conoce a fondo.*

a. Control de la presión de combustible

Resulta de la máxima importancia el mantenimiento de un valor estable de la presión dado el funcionamiento del L-Jetronic que hemos descrito. Así pues, si las órdenes de dosificación dadas a los inyectores están proporcionadas por fracciones de tiempo de abertura es muy lógico que la presión a que se halle el combustible en el interior del tubo de distribución y de los inyectores tenga especial repercusión sobre la cantidad de gasolina aportada en cada abertura del inyector. Teniendo esto en cuenta ya se ve la importancia que tiene la comprobación y puesta a punto de la presión del combustible.

Para llevar a cabo esta comprobación vamos a necesitar un manómetro con sus correspondientes utilajes de adaptación a la instalación del motor en concreto que se esté comprobando.

Fig. 34 Conjunto de manómetro y sus cables correspondientes necesarios para efectuar la medición de la presión de combustible. (1) Manómetro. (2) Reductor de adaptación a un racor flexible. (3) Racor fléxible (4) Haz de cableria

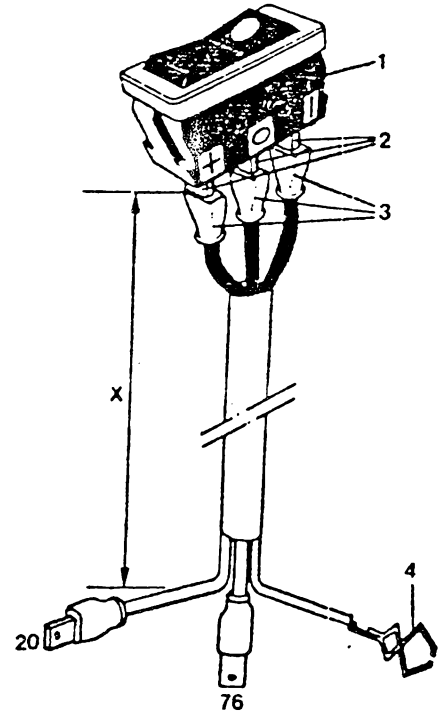


Figura 35

Fig. 35 Interruptor para su aplicación al relé taquimétrico necesarios para hacer las pruebas de presión y otras (1) interruptor (2) Clavijas de contacto (3) conectores (4) pinzas de conexión.

En la figura 34 tenemos, por ejemplo, uno de estos manómetros provisto de la cableria necesaria para efectuar el trabajo que vamos a describir dentro de poco. Por otro lado es también necesario proveerse de un utilaje eléctrico de fácil construcción, que consiste en un interruptor para su aplicación al relé taquimétrico y por medio del cual se pueda dar corriente a la bomba de alimentación. Este interruptor puede verse dibujado en la figura 35. La borna + se podrá conectar con el cable 20 del relé taquimétrico (que es el borne de entrada de la corriente) mientras el borne (0) se conectará al cable 76 que es el que alimenta a la bomba eléctrica de alimentación. Por último, el otro de los cables del interruptor debe llevar una pinza para ser conectado a masa.

Una vez se disponga de estos dos aparatos ya se puede comenzar a preparar la prueba de control de la presión de combustible.

En principio pueden presentarse dos casos previos que hay que tener en cuenta cuando se trata de controlar la presión. Puede ser que el motor no se ponga en marcha en cuyo caso hay que hacer previamente alguna operaciones que no son necesarias si el motor funciona. Veamos el primer caso.

El motor nunca funciona. Este es el caso en que necesitaremos el interruptor de la figura 35 para poner en cortocircuito el relé tequimétrico y darle corriente eléctrica a la bomba de alimentación. En primer lugar quitaremos la chapa soporte mostrada en 2 de la figura 36 y luego el relé taquimétrico (1) del cual extraeremos su conector (3) y, tal como se muestra en la figura, haremos la conexión del cable + con el borne 20 (llegada de la corriente) y el borne (0) con el 76 del conector para alimentar de esta forma directamente a la bomba de alimentación de combustible de acuerdo con la posición del interruptor (abierto o cerrado). Inicialmente se colocará el interruptor en posición de parada, es decir, sin mandar corriente a la bomba, a la espera de realizar todavia otras operaciones de preparación que son precisas para esta prueba.

El motor no funciona. Si el motor funciona, es decir, puede arrancar y se conserva en marcha, ya no son necesarias ningua de las operaciones que se acaban de describir para el caso de el "motor no funciona" ya que la prueba la podremos realizar mientras el motor está en marcha proporcionando él directamente la corriente eléctrica a través del relé taquimétrico en un funcionamiento normal.

Montaje del controlador de presión. Antes de poner el motor en marcha o con el interruptor provisional en posición de parada, se pasa a aflojar el racor del tubo de alimentación de la bomba. A este respecto hay que tener en cuenta algunas precauciones previas: En primer lugar nos vamos a encontrar con que la presión en el inerior del tubo es de cierta consideración por lo que si sacamos el racor de golpe se producira un chorro de gasolina que siempre es peligroso en el taller. Para evitar este defecto se aconseja rodearcon un trapo el racor, del modo que muestra la figura 37, y luego aflojar lentamente el racor (4) para hacer que la presión caiga progresivamente.

Una vez retirado el racor instalar el manómetro que vimos en la pasada figura 34 con todos sus tubos de adaptación entre el racor de llegada (4) y la rampa de alimentación de los inyectores (5 en la figura 38) de modo que quede bien sujeto para que no existan fugas.

Acto seguido terminaremos los trabajos de preparación realizando una nueva e importante acción que muchas veces es olvidado y puede falsear los resulatados. Hemos de desconectar la tubería del regulador de presión, tal como se está haciendo en la figura 39 para que la presión atmosférica entre en el

regulador y estabilice la posición de la membrana del mismo. En esta figura tenemos el momento en que se está sacando el tubo (6) de vacío regulador (7). Una vez realizados todos estos preparativos ya podremos pasar a efectuar la puesta en marcha de la bomba de alimentación ya sea poniendo en funcionamiento el motor o bien por medio del interruptor provisional, del modo explicado antes.

En cuanto la bomba funcione el manómetro nos dará la lectura del valor de la presión que existe en el interior del circuito de alimentación. Esta valor puede considerarse correcto si esta entre 2.3 a 2.7 bars en muchas instalaciones, pero, para mayor seguridad, conviene hacerse con el dato que el fabricante recomienda, para su motor en particular, dato que hay que mirar en el manual de instrucciones de taller.

Si la presión se encuentra dentro de los límites establecidos la situación puede considerarse buena, pero si no es así habrá que esperar a hacer también la comprobación del regulador de presión ya que éste también puede ser responsable de una falta de presión en el circuito o de un exceso de la misma.

Esta operación la tendremos que hacer muy pronto, pero antes será conveniente ver el control del caudal de gasolina que también es un dato importante a tener en cuenta.

b. Control del caudal de combustible

En los casos en que se tenga que controlar el caudal de combustible proporcionado por la bomba de alimentación se tiene que acudir, forzosamente, a la utilización del interruptor provisional para controlar con toda exactitud el tiempo de funcionamiento de la bomba. Su montaje será igual al que describimos en la figura 31 pasada, al igual que mantendremos el montaje del manómetro de la misma forma que se expresa en la figura 38.

Lo primero que se deberá tener en cuenta es el reglaje de la contrapresión, para lo cual necesitaremos un utilaje especial consistente en la bomba de presión que nos muestra la figura 40 con la cual, y como vamos a ver en seguida, podremos modificar el funcionamiento del regulador de presión y obtener un valor ligeramente más alto del combustible en el circuito.

En la figura 41 vemos como la bomba de presión (2) ha sido mantada en el tubo de depresión del regulador (3). Después de este montaje se pone el interruptor provisional en posición de marcha de modo que la bomba de gasolina comienza a funcionar. Lógicamente, en este momento el manómetro debería indicar la presión de la gasolina en los de 2.3 a 2.7 bars que se dieron como valor correcto en la anterior prueba, pero para medir el caudal es necesario aumentar el valor de presión del circcuito a 3 bars y ésta es la operación que se puede hacer mediante la bomba de presión. Así pues, accionando la bomba iremos reforzando la acción del muelle del regulador y la presión del combustible en el circuito irá subiendo de valor. Cuando hayamos obtenido los 3 bars en el monómetro se deberá suspender la operación, cerrar el interruptor provisional y dejar que la bomba de alimentación de combustible se pare.

El paso siguiente se lleva a efecto de la forma qe nos muestra la figura 42. Aquí vemos que se ha desconectado el tubo de rebose al depósito de combustible que existe en el regulador de presión y ha sido sustituido por un tubo de goma (G0 cuya punta ha sido introducida en una probeta graduada de precisión.

Con este montaje ya se puede comenzar la prueba propiamente dicha del control del caudal de combustible. Para ello se acciona el interruptor provisional exactamente durante 15 segundos.

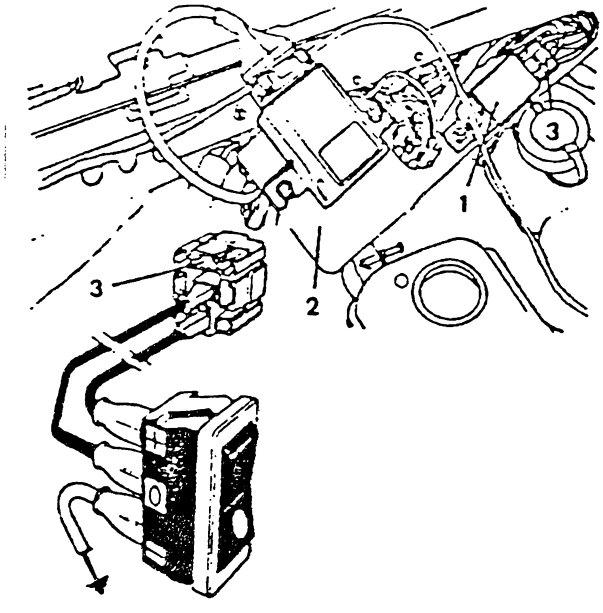


Figura 36 Conección del interreptor de la figura anterior al conector del relé taquimétrico. (1) relé taquimétrico (2) Chapa soporte (3) conector

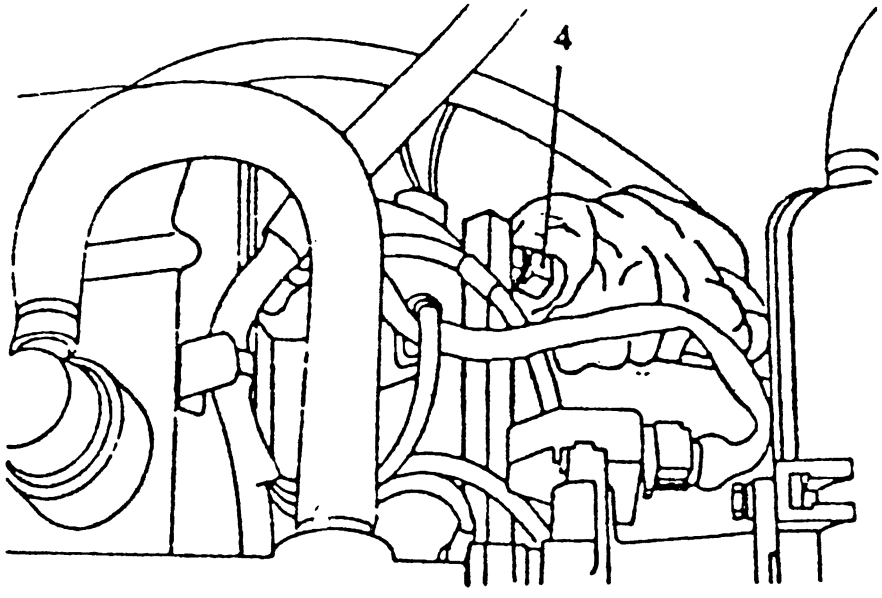


Figura 37 Colocación de un trapo en el conducto de combustible a presión. El racor (4) se deberá aflojar lentamente.

Durante este tiempo se verá como va saliendo del tubo (G) el combustible de rebose. Cuando hayan transcurrido los 15 segundos que se acaban de mencionar la cantidad de gasolina que haya acumulado en la probeta deberá ser indicaco por el fabricante del automovil ya que depende especialmente de la cilindrada del motor que se tenga que alimentar. De una forma oproximada puede decirse que la cifra está en alrededor de los 500 cm para motores de unos 2000 centimétros cubicos de cilindrada; pero este dato es solamente aproximaddo y hay que consultar con el manual de taller para tener la certeza de que no hay variaciones de caudal que puedan afectar al funcionamiento del sistema de inyección en general.

Si el resultado de la prueba fuera que el caudal medido resúltara por debajo de lo aconsejado por el fabricante convendria hacer dos importantes controles para hallar de este modo la posible causa de la insuficiencia.

En primer lugar, podria ser un defecto del filtro de gasolina (figura 43) el cual podria hallarse obstruido después de un latgo periodo de funcionamiento o po la aportación de una gasolina, procedente del poste, en mal estado de filtrado, lo que le daria un taponamiento más rápido. Tambié hay que comprobar que el

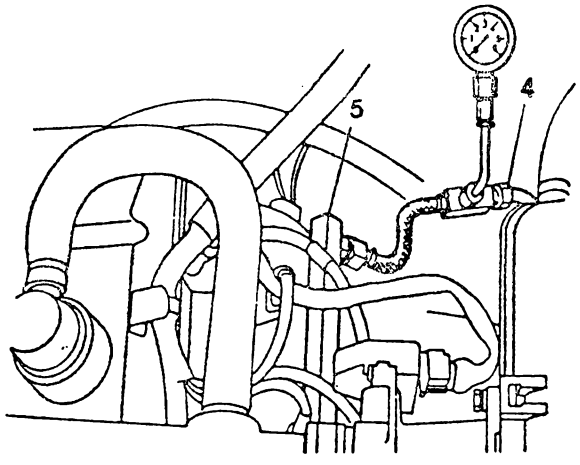


Figura 38 Colocación del manó.metro

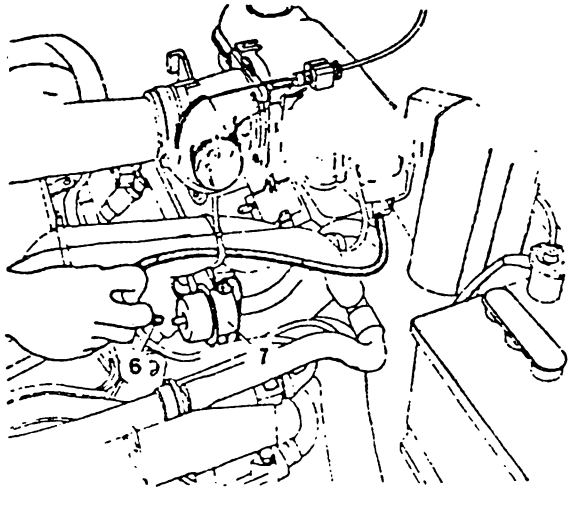


Figura 39 Desconexión del tubo de vacio en el regulador de presión.

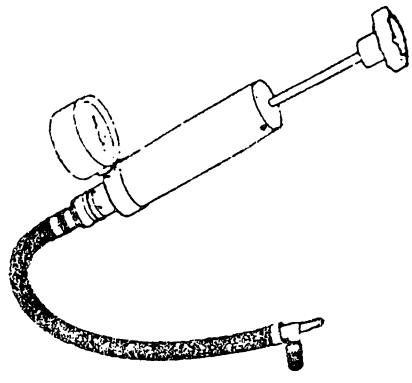


Figura 40 Bomba de presión.

sentido de paso de la gasolina, que se encuentra debidamente señalado por medio de una flecha colocada en el exterior del cuerpo del filtro, se haya respetado al proceder al montaje del filtro. Si se encuentra en posición inverso al paso del combustible es ya seguro que aquí tenemos la solución a la falla de alimentación. También hay que pensar, en el caso de que el filtro no sea sospechoso, en posibles obrturaciones del tubo que conduce la gasolina desde el filtro a la rampa de alimentación distribuidora.

Otra posible causa hay que buscarla en el mal estado de los conductos del propio depósito de combustible en los que pueden haber obstrucciones provocadas por impuezas en el combustible. Controlar tambien esté punto.

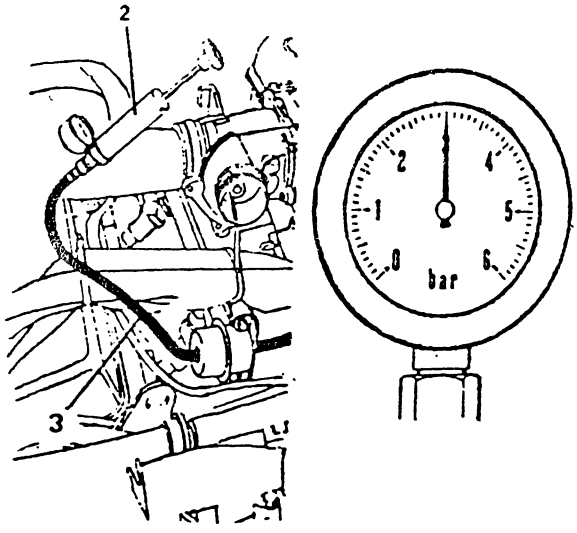


Figura 41 Colocación de la bomba de presión (2) en el extremo de la tuberia del regulador (3).

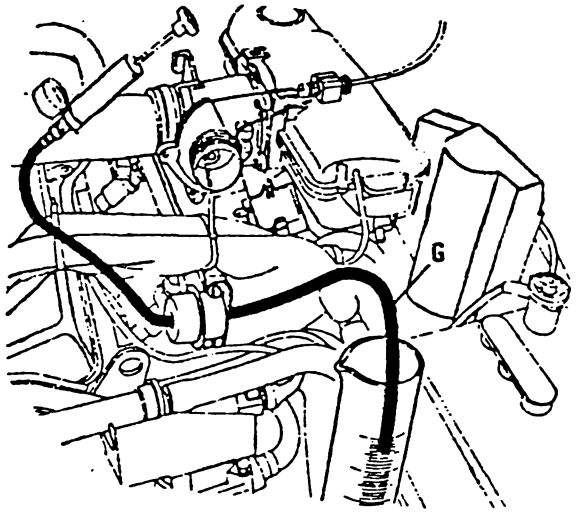


Figura 42 Montaje del tubo de rebose (G) en el interior de una probeta graduada para el control del caudal proporcionado por la bomba.

Una vez revisados estos puntos indicados y sustituidos algunos de sus componentes o bien debidamente limpiados, se debe comprobar de nuevo el caudal del combustible de la misma forma que hamos visto antes para cerciorarse de que el caudal proporcionado por la bomba es correcto. De no ser así, es decir, si continúa la bomba danddo un caudal muy pobre y tenemos la seguridad de que tanto el filtro como las conducciones estás en perfecto estado no cabrá duda de que es la bomba la que ha sufrido excesivo desgaste y no logra alcanzar los valores de caudal adecuados. Por lo tanto debería ser sustituida. Las bombas suelen proporcionar del orden de los 130 litros por hora bajo un presión de 3 bars e incluso a plena carga, alrededor de un 70% del combustible bombeado regresa al depósito por el conducto de rebose del regulador.

c. Control de regulador de presión

Con este control culmina la comprobación del circuito de alimentación. El montaje del manómetro es el mismo que ya se vio en la figura 38 así como el montaje del interruptor provisional de la figura 36 sobre el relé taquimétrico para dar corriente independiente a la bomba de alimentación de combustible. Este montaje se mantiene, pues, de la misma forma.

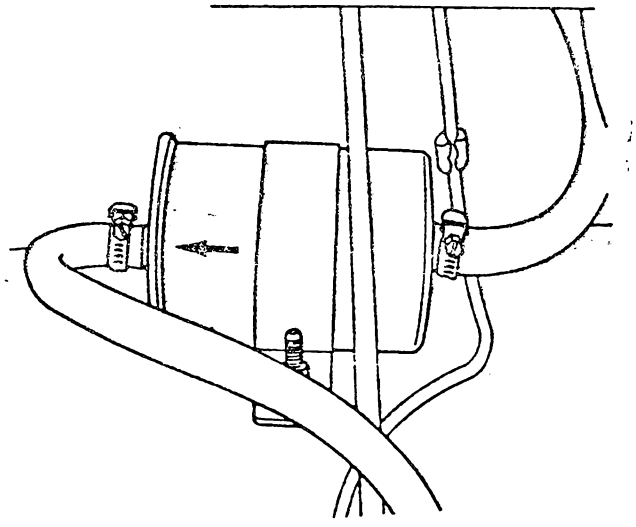


Figura 43 Hay que comprobar la limpieza interna del filtro y tambien su colocación. El flujo del combustible debe seguir la dirección de la flecha.

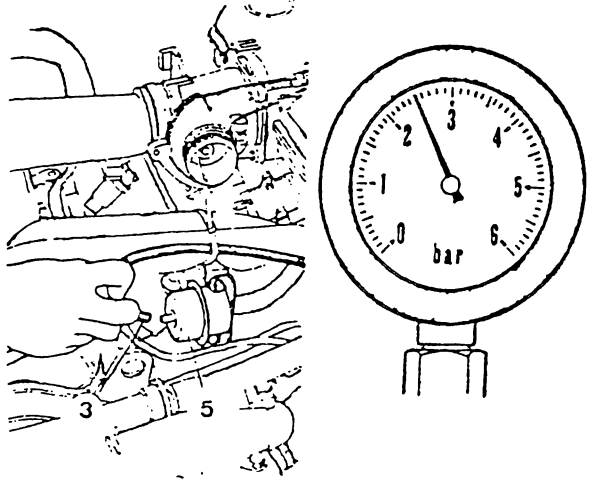


Figura 44 Comprobación de la presión sin el tubo de vacio del regulador. (3) tubo de vacio, (5) regulador de presión.

En primer lugar miraremos el valor de la presión sin la intervención del tubo de vacío del regulador. En la figura 44 vemos el momento en que se está desconectando la tubería (3) sobre el regulador (5). En estas condiciones se acciona el iterruptor probisional y la bomba recibe corriente de modo que comienza a girar. el monimetro nos dara un valor inicial que tendremos que recordar. Tal como muestra la esfera del manómetro que se presenta en la misma figura 44, vemos que el valor será de2.50 bars, lo que podemos dar por bueno como un ejemplo para nuestra explicación.

Acto seguido precisaremos de una bomba de vacío para simular sobre el regulador el mismo funcionamiento que se produce en la marcha. Esta bomba de vacío consiste en un utilaje que toma parte de las herramientas necesarias para el control de estos sistemas de inyección. En la figura 45 puede verse un tipo corriente de estas bombas de vacío para comprobación. Accionando la palanca de mano se obtiene el valor de vacío deseado que señala su manómetro particular. En la figura 46 tenemos el momento en que esta bomba de vacío ha sido montada en el tubo de vacío del regulador y está lista para la prueba.

Esta prueba se efectua de la siguiente manera: Accionando la palanca de mano de la bomba de vacío se obtiene una depresión de -0.50 bar (375 mm Hg) mientras la bomba de alimentación continúa en funcionamiento y por lo tanto estaba el manómetro, originariamente, en los 2.50 bars que dijimos. en el momento en que se alcancen los -0.50 bars de depresión, el manómetro principal debe caer en su parte de la derecha, manómetro tiene que pasar a señalar: 2.50 - 0.50 = 2 bars. Esta es la respuesta correcta que dee esperarse de una instalación de alimentación en buen estado. Si la caída de presión en el circuito de combustible no es la que acabamos de decir será señal bastante clara de que regulador de presión no ejerce eficientemente su cometido de modo que se tendrá que pensar en sustituirlo tanto más necesariamente cuanto menor sea la caísa de presión cuando se alplica al regulador los -0.50 bar de depresión del modo que se ha explicado.

Pero pueden darse algunos casos especiales que es preciso comentar. Por ejemplo, si la presión inicial de la bomba de alimentación que vimos en la figura 44 fuera de 2.20 bars y al aplicarle la prueba del regulador se viera que la caída en correcta, es decir, de -0.50 bar y el manómetro principal nos señala: 2.20 - 0.50 = 1.70 bars, el culpable de esta baja presión

ya no seria el regulador sino la bomba de alimentación, aunque ello hay que matizarlo todavia y por eso vamos a presentar tres posibles casos de irregularidades del valor de la presión que el mecánico tiene que considerar. Estos tres casos son:

- Presión inferior a los 2.30 bars
- Presión superior a los 2.70 bars
- Presión correcta al arrancar, pero cae cuando el motor gira.

1. **Presión inferior a los 2.30 bars.** Cuando el manómetro nos marca de inicio un valor inferior al recomendado por el fabricante, como sería el caso que muestra el dibujo de la figura 47, se debe proceder a pinzar la tubería de retorno del combustible que sale del regulador de presión (señalada con una T en la figura 46) para ver la reacción del circuito frente a esta irregularidad. Si después deefectuar esta operación la presión no logra superar los 4 bars, la culpa puede ser de la bomba de alimentación de combustible. Comprobar no obstante primero, si la alimentación eléctrica de a bomba es corresta pues una mala recepción de la corriente podría dar sintomas parecidos a los del deterioro de la bomba. Si la corriente tine el voltaje adecuado será la bomba de gasolina la que se encuentra en mal estado y hay que sustituir.

Otro posible comportamiento del manómetro al pinzar el tubo de retorno del regulador, tal como se ha hecho antes, podría ser el que la presión subiera por encima de los 4 bars. En este caso en muy probable que el culpable sea el regulador de presión, pero seguro que no la bomba de alimentación.

2. Presión superior a los 2.70 bars. Si se da este caso que viene presentado en el manómetro que vemos dibujado en la figura 48 en donde, en la comprobación inicial, la bomba está proporcionando una presión excesiva hay que actuar de la siguiente forma: Se desconecta la tubería de rebose del regulador, se conecta en su lugar un tubo con el extremo introducido en un recipiente que puede ser, tal como se ve en la figura 49, una misma probeta graduada. Después de esta preparación se pone de nuevo en funcionamiento la bomba y se observa lo que indica el manómetro.

Si la presión se restablece y se mantiene entre 2.30 y 2.70 bars la culpa hay que encontrarla en algún posible obturamiento que se haya producido en el tubo de retorno, ya sea por un codo excesivamente angular que obture el paso del líquido o bien por la acumulación de suciedad en alguna parte de su recorrido. Perso si la presión continúa siendo superior a los 2.70 bars la culpa puede ser el regulador que debera ser sustituido.

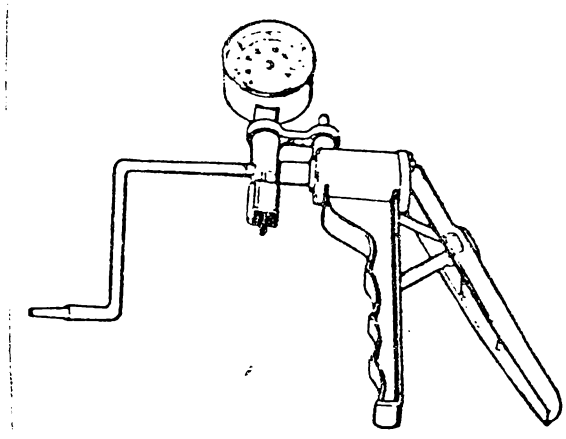


Figura 45 Bomba de vacio de mano.

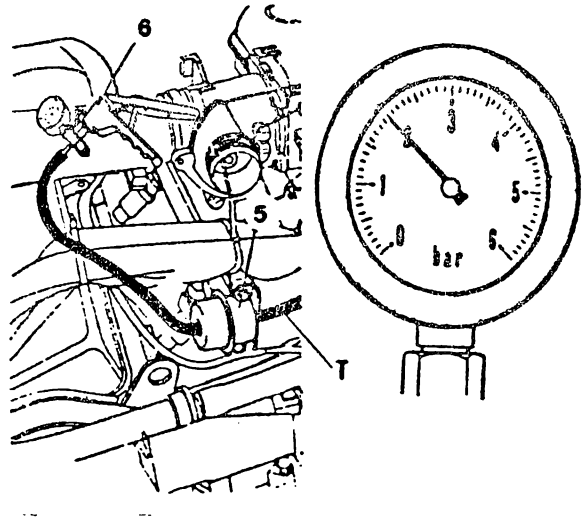


Figura 46 Montaje de la bomba de vacio (6) en sustitución del vacio del regulador (5).

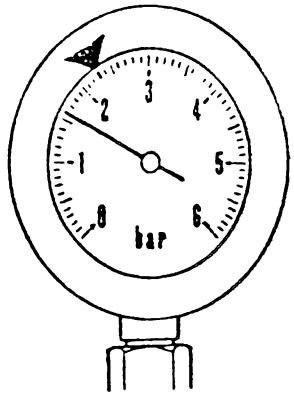


Figura 47 El manómetro marca un valor inferior al recomendado por el fabricante.

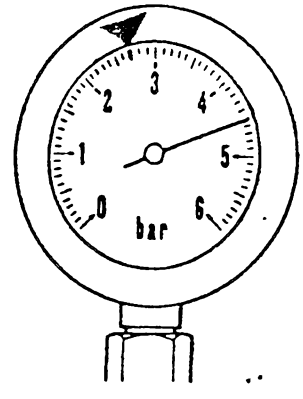


Figura 48 El manómetro marca un valor superior al recomendado por el fabricante.

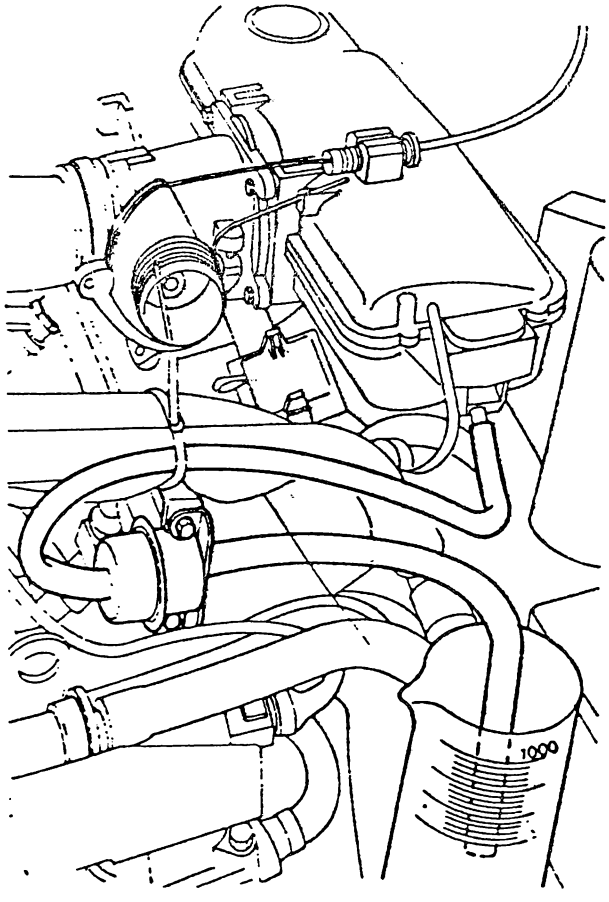


Figura 49 Poner el tubo de rebose directamente a una probeta y ver si el valor de la presión se restablece.

Téngase presente siempre, que los valores numéricos que damos aquí son orientativos y que hay que considerar son aquillos que el manual de tller del motor en concreto con el que stemos trabajando indiquen. Esto lo hemos repetido varias veces, pero es importante para no cometer errores de apresciación en la realización de estos controles que aquí se explican.

3. Presión correcta al arrancar pero cae cuando el motor gira. En este caso se refiere a la puesta en marcha por los medios habituales del motor. Inicialmente y mientras se acciona el motor de arranque la presión señalada en el manómetro está dentro de los límites que se establecen como correctos, pero en cuanto el motor térmico se pone en accionamiento la presión sufre una caida. Este caso en un claro síntoma de que el problema proviene de una falla de la alimentación de eléctrica de la bomba. Por lo tanto hay que comprobar la tensión en los bornes de los que sale la corriente para la bomba.

Parar el motor y comprobar, con el contacto dado, la tensión a que se encuentra la corriente a su salida del conector del rèle taquimétrico. El borne 4 del relé, con sus cables 112-112A son los portadores de corriente a la bomba. Colocar el voltímetro en este punto, y observar lo que marca su aguja.

Si la tensión resulta nula o inferior a los 12 voltios hay que controlar la alimentación eléctrica y el funcionamiento del relé; pero si la tensión es igual o superior a los 12 voltios hay que sustituir el rele ya que es seguro que éste es el culpable de la anomalia de esta avería descrita.

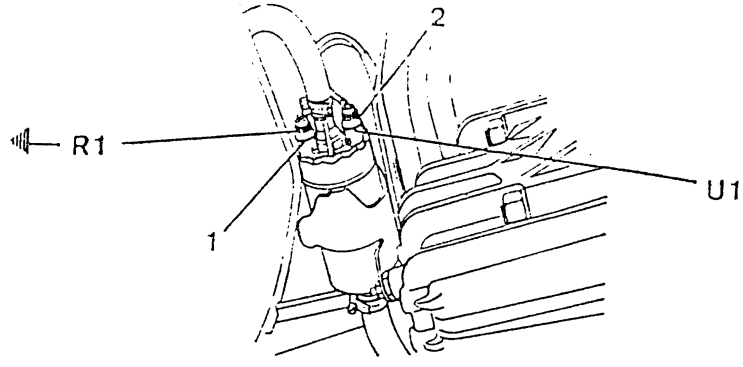


Figura 50 Bomba eléctrica de combustible. (R1) ohmímetro, (U1) voltíetro, (1) borne de masa, (2) borne positivo.

Los controles del circuito de alimentación que hemos visto hasta este momento son los corrientes para conocer el estado de funcionamiento de los mismos. Queda todavía pendiente la comprobación de los circuitos eléctricos que intervienen en la misma bomba de alimentación de combustible y en el relé taquimétrico. como quiera que ellos son trabajos de origen y realización eléctricos los dejamos para su estudio en proximo apartado, que se halla dedicado integramente a los controles y comprobaciones de origen eléctrico, las cuales tiene una importancia capital en un equipo de inyeción electrónica de gasolina. Pero hay que tener en cuenta que estos tragajos se completan allí. Pasemos pues, a su estudio.

IV. CIRCUITO ELECTRICO

En este apartado del presente capitulo estudiaremos fundamentalmente las comprobaciones que hay que efectuar por parte del mecánico o mejor del electricista en la unidad electrónica de control y enb todos los elementos que le proporcionan información para elaborar sus órdenes de tiempo de apertura de los inyectores. Pero antes de ellos estudiaremos otras facetas eléctricas de otros elementos tales como la bomba de alimentación y el rele taquimétrico.

a. Control de alimentación eléctrica de la bomba de combustible

Volvamos ahora a la bomba de combustible en su misma ubicación, próxima al depósito de gasolina. (Muchas veces la encontraremos protegida en el mismo cofre de equipaje del automóvil). En la figura 50 tenemos la disposición exterior de esta bomba mostrandonos especialmente sus bornes eléctricos.

Para levar a cabo la comprobación de su estado de alimentación eléctrica conviene cerciorarse previamentede que la bateria se encuentre en perfecto estado de carga asi como el arranque tambien en buenas condiciones, pues de otro modo los resultados podrían estar falseadod en este tipo de controles.

El primer control eléctrico consiste en verificar el contacto a masa de la bomba para ver si su retorno de corrente es bueno. Con la batería desconectada se coloca un ohmimetro en el borne (1) de masa, del modo que se muestra en le figura, en R1. El valor dado por el ohmimetro debe ser inferior a 1 ohmio. Si resultara superior a este valor se tendría que verificr que el contacto a masa del cable fuera bueno, revisando la conexión del mismo o el estado del cable de retorno.

El segundo control eléctrico que hay que hacer en la bomba es el valor de la tensión que recibe en dos casos especiales de su funcionamiento, durante el arranque y en funcionamiento normal del motor térmico. Veamos como se deben efectuar estas pruebas.

Se coloca un voltimetro en el borne positivo (2) de la bomba de alimentación y se observa lo que señala la aguja mientras se acciona sobre el mando del motor de arranque y el motor térmico gira. En estos momentos la tensión debe ser superior o igual a 9 voltios. En cuanto el motor arranque cese y se pase al funcionamientonormal, la lectura debe ser supeior o igual a los 12 voltiios. Si estos valores no se cumplen se tendrá que verificarm en primer lugar, el estado de continuidad en el cable de conducción electrica entre el relé taquimétrico y la bomba. Si

el estado del cable es correcto, la culpa de la baja tansión de alimentación de la bomba debe provenir del rele taquimétrico. De el nos vamos a ocupar en el próximo parrafo.

b. Control del relé taquímetrico

El buen funcionamiento del relé taquímetrico es fundamental para coordinar el conjunto eléctrico de la alimentación de combustible. Se halla relacionado con la batería, el motor de arranque, el interruptor de contacto y la bomba de alimentación de combustible. La figura 51 va a servirnos para relacionarnos su posición con respecto al cobleado y cada uno de los bornes del relé mientras en la parte de arriba, a la derecha podemos ver la situación que ocupa.

Para tener acceso al relé se quita la chapa soporte (3) y ya se podrá retirar el propio relé taquimétrico (4) juntamente con su conector. Los controles que deben llevarse a cabo con él son los siguientes.

- Control de alimentación
- Control del circuito de mando
- Control de masa
- Control del circuito de potencia

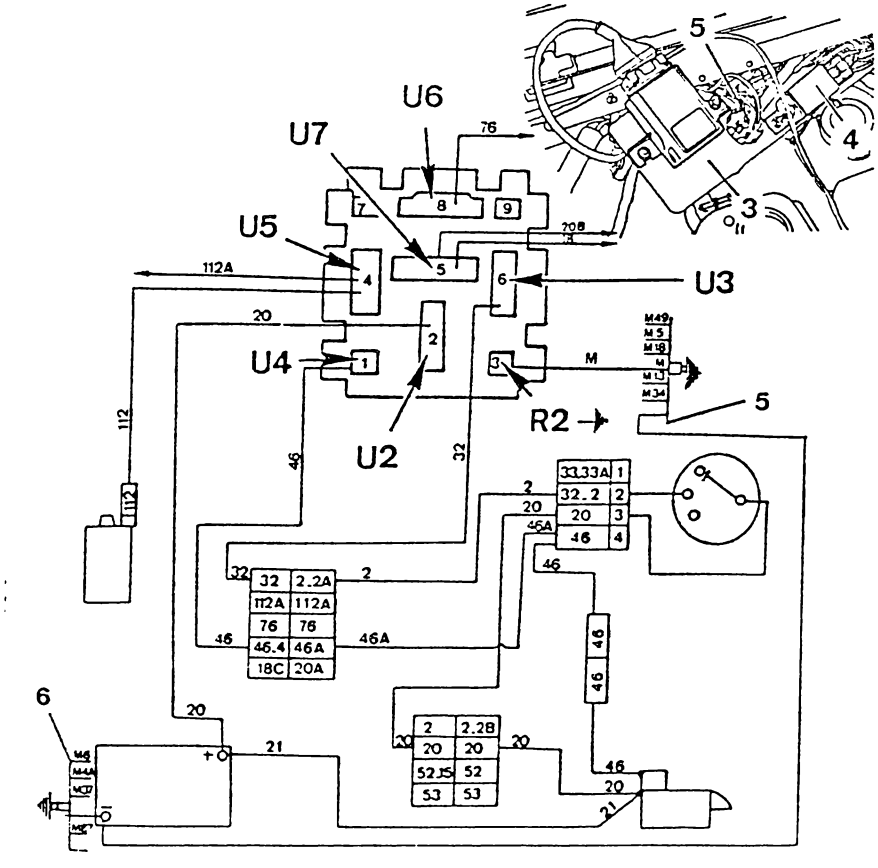


Figura 51. Conjunto de los bornes del relé taquimetrico en relación con los elementos eléctricos con los que se relaciona. 1. Interruptor de encendido. 2. Motor de arranque. 3. Placa soporte. 4. Relé taquimetrico. 5. Estrella de masa. 6. Masa de la batería. 7. Bobina de encendido.

Veamos cada uno de estos controles por separado haciendo constar que para llevarlos a cabo es necesario que el rele se encuentre conectado.

1. Control de alimentación. Comenzaremos por ver si la corriente de alimentación del relé se mantiene a la tensión nominal de la bateria. Como puede verse en el esquema eléctrico de la figura 51, el cable 20 procede del positivo de la bateria hasta el borne 2 del relé. Una vez dado el contaco y colocado el voltímetro en la posición indicada (U2): Aquí tiene que haber una tensión igual o superior a 12 voltios.

Continuando con el contacto puesto se pasa a comprobar con el voltímetro si la corriente recibida desde el interruptor de contacto (que pasa procedente del cable 2 al 32, a través de la ficha de conexión, y desde aquí hasta el borne 6 del relé) tiene también la tensión adecuada. El voltímetro colocado en la posición indicada (U3) debe tener un valor igual o superior a 12 voltios. Si esto se cumple de la forma que se ha explicado puede asegurarse que la corriente de alimentación es buena en el rele taquimetrico.

2. Control del circuito de mando. Para hacer esta comprobación hay que desconectar el módulo de encendido para que el motor no se ponga en marcha aun cuando se accione el arranque. Se debe comprobar, en primer lugar, la tensión en el borne 1 del relé. Observese, en el circuito eléctrico que nos muestra la citada figura 51, como el cable 46 que sale del motor de arranque pasa al interruptor de contacto y de éste a la ficha de conexión (por 46A) saliendo de ésta hasta el borne 1 del relé. En este punto se coloca el voltímetro (U4), se da al contacto y se acciona el motor de arranque: La aguja coloca del voltimetro debe indicar un calor de la tensión que sea igual o superior a los 9 voltios.

La salida de la corrente por el borne 4, a través de los cables 112 y 112A se prolongan hasta la bobina de encendio. Colocado el voltímetro en la posición señalada en la figura con U5 mediremos la tensión que existe en este borne durante la prueba. Debe ser igual o superior a los 12 voltios en el caso del borne 4.

3. Control de masa. El borne de masa del relé taquimétrico es el señalado con el número 3 en la figura 51 a la que nos

venimos refiriendo. El cable (M) agrupa varias masas en una estrella de masa que podemos ver representada en 5 tanto del esquema como del dibujo en perspectiva de la parte superior de la figura. En el borne 3 se colocará un ohmímetro (R2) y se medirá la resistencia eléctrica del rele. El valor de la aguja del ohmímetro debe ser inferior a 1 ohmio.

Su fuera superior a este valor se tendría que revisar el estado del circuito eléctrico, y las estrellas de masa (5) y también la 6, de masa, de la batería. Esta prueba debe hacerse con la batería desconectada.

4. **Control del circuito de potencia.** El borne 8 del relé taquimétrico es el borne de salida del cable 76 que conduce a la bomba de alimentación de combustible. Aquí se coloca el voltímetro (U6) para la medición de la tensión que va a para a la bomba.

Esta medición puede realizarse de dos formas diferentes. Si se hace accionando sobre el motor de arranque el resultado será saisfactorio si la aguja del voltímetro marca un valor igual o superior a los 9 voltios; pero si la medición se efectúa estando el motor en marcha entonces hay que esperar los 12 voltios o mas para dar por buena la prueba.

Por último es necesario hacer también la prueba del estado de la borna 5 desde la que salen los cables 18 y 208 que tiene diversos caminos. el cable 18 pasa ala sonda de medición de aire, a la caja de aire adicional, al contactar de la mariposa y a la unidad electrónica de control; por su parte, el cable 208 tiene relación con los inyectores. La prueba la realizaremmos de la misma forma que se ha explicado en otros casos, es decir, aplicando el voltimetro (U7) en la borna y comprobando en su aguja la tensión que se señala. Si la prueba se efectúa accinando sobre el motor de arranque, la tensión en este punto deberá ser igual o superior a los 9 voltios, mientras si la medición se realiza con el motor en marcha el valor correcto debe encontrarse en 12 voltios o un valor superior.

Si las tensiones obtenidad en los bornes 8 y 5 mediante las pruebas U6 y U7 no marcan los valores que se han expuesto es muy posible que el rele taquimétrico se encuentre en mal estado y la solución más aconsejabe será la de su sustitución.

c. Control de tensiones en los diferentes elementos desde la UEC

A continuación vamos a pasar a la parte más importante de los controles eléctricos de la instalación de un sistema L-Jetronic de inyección de gasolina. Vamos a tratar con la unidad electrónica de control y con todos los cables que llegan a ella para indicarle la situación de funcionamiento de los órganos que le mandan información. No vamos a introducirnos en el interior de la unidad electrónica ya que ello está vedado, pero si vamos a ver para qué sierve cada uno de sus bornes y tambien, puesto que esta es un parte práctica del proyecto, la forma como se han de realizar las comprobaciones y controles fundamentales.

Para empezar tenemos en la figura 52 un dibjo ilustrativo de la disposición de las 25 bornas de que puede constar una unidad electróncia de control. Sin embargo no todas ellas están ocupadas de modo que la figura indica los cables que la relacionancon cada uno de los elementeos del equipo de que consta el sistema de inyección, además de otras conexiones necesarias para el funcionamiento generl de esta parte. Resulta conveniente conocer bien la relación de cada una de estas bornas utilizadas con respecto al elemento del que reciben información. Por ello vamos a profundizar sobre este tema que luego revisaremos con más atención.

El borne 1 de la UEC va conectado por medio de un cable a la bobina de encendido, y en ella al borne RUP o (-) de la borna.

El borne 2, por mediación del cable 2A, recibe información de la caja de retraso de corte de la deceleración, en contacto, a su vez, con la caja de contactores de la mariposa de gases.

El borne 3 recibe información directa de la caja de contactores de la mariposa de gases, tal como los dibujos lo mustran.

El borne 4 está relacionado con el selenoide del motor de arranque.

El borne 5, al igual que el borne 13, son tomas a masa a través de los cables M5 y M13. El borne 6 se encuentra inactivo.

Los bornes 7 y 8 sirven para que la unidad electrónica de control reciba información de la sonda de medición del caudal de aire, cosa que hace a través de los cables 7 y 8 como se indica en la figura.

El borne 9 es aquel por el que la unidad electrónica de control recibe la corriente para todos sus circuitos internos.

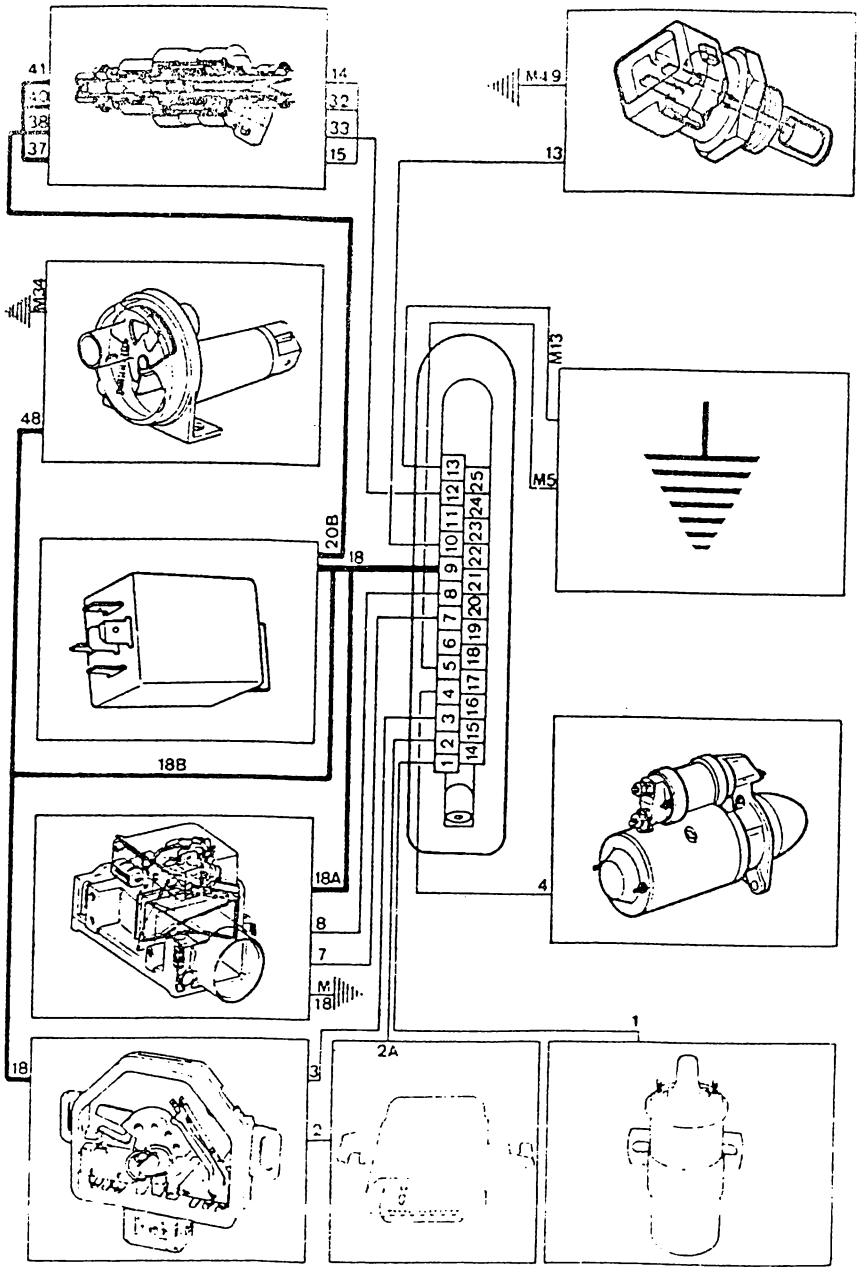


Figura 52 En la parte central vemos el conector de la UEC. De cada uno de sus bornes indicados salen los cables de los que procede la corriente de cada elemento indicado

Esta corriente proviene del relé taquimétrico que estudiamos en el parrafo anterior, mediante el cable 18.

El borne 10 sive para que la UEC reciba las variaciones de tensión que determinan la temeratura del motor a través de su agua de refrigeración. el cable 13 es el encargado de manadar la corriente con la información correspondiente a la UEC.

Por último, tenemos el borne 12, que constituye el borne por donde sale la corriente de mando para los inyectores.

En esta figura 52 podemos ver también un esquema de principio de otras conexiones. Véase, por ejemplo, la importancia del rele taquimétrico en su unión con la sonda medidora del caudal de aire, por una parte, y con los inyectores por otra.

También su relación por medio del cable 188 y 48 con la caja de aire adicional para el arranque en frio y calentamiento del motor, etc., etc.

A continuación vamos a pasar al estudio de los controles que hay que llevar a cabo en la unidad electrónica de control, trabajo que ha de ser de la mayor importancia cuando se trata de detectar averías en el funcionamiento general del equipo.

- Forma de proceder para las pruebas

Todos los controles y pruebas que vamos a realizar posteriormente debes estar ejecutadas en el conector de la unidad electrónia de control, es decir, en la gran ficha de conexión que se une a la UEC para que ésta reciba los impulsos eléctricos y mande a su vez el suyo. Por supuesto que el conector es una pieza delicada pues tiene que acolarse perfectamente en las clavijas hembras de la UEC para que se produzca un contacto lo más firme posible. Por lo tanto ni siquiera es aconsejable ralizar las pruebas a base de intervenir con las puntas de prueba de los instrumentos de control (voltimetro-ohmimetro) sobre las mismas clavijas de conexión, y mucho menos colocando en ellas pinzas y otros elementos de sustentación. Por el contrario es muy importante proceder de modo que se saque del conector la protección que éste posee por el lado de entrada de los hilos y desde aquí proceder a aplicar las puntas de prueba ya que el conector lleva grabado el número de cada borna y la conexión del cable al conector es perfectamente accesible.

Una vez tenida en cueta esta advertencia previa hemos de comprobar, antes de hacer de las pruebas que serán descritas a continuación, que la tensión de la red sea buena lo que quiere

decir que la batería se encuentre correctamente cargada, pues es lógico que con una batería en mal estado de carga los controles darían engañosos resultados.

Por otra parte, conviene disponer de un tester eléctrico como el mostrado en la figura 53, o similar, y tener en cuenta que, como en todos los casos similares, cuando se hagan controles de masa en los apraratos hay que desconectar la batería.

Una vez hechas estas advertencias ya podemos pasar a los controles propios de la unidad electrónica de control.

- **Control de la tensión de alimentación**

La primera de las pruebas que se tienen que llevar a cabo van a consistir en concocer si la UEC recibe corriente en buen estado de tensión para su utilización interna.

Recordemos que la borna 9 del conector es la encargada de recibir esta corriente tal como vimos en la pasada figura 52.

Esta prueba se realiza del modo que muetra la figura 54, es decir, aplicando el voltímetro entre el borne 9 del conector y la

masa del automóvil. Una vez preparado de esta forma se pone el contacto y se pasa a accionar el motor de arranque. Si el valor leido en la aguja del voltímetro es igual o superior a los 9 voltios la tensión de alimentación puede considerarse del todo correcta.

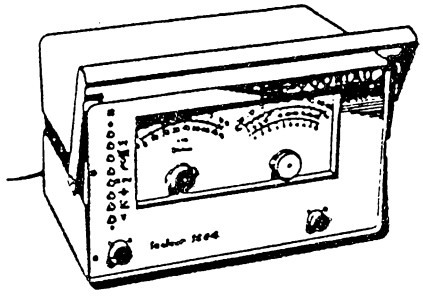


Figura 53 Tester para la comprobación de los circuitos eléctricos.

Si el voltímetro no alcanza los 9 voltios la causa de esta anomalia podría encontrarse en un fallo de alimentación de corriente, ya sea debida al rele taquimétrico (cuyo estudio y comprobación de su borne 5 ya hemos explicado anteriormenta) o bien por una falta de continuidad del cableado que va desde el rele al conector. Todo ello, por supuesto, y como ya se ha dicho, considerando el buen estado de carga de la batería.

- Control de la información de encendido

Recordemos que esta información la recibe la UEC por medio de su borna 1 procedente de la bobina de encendido. Para llevar a cabo este control se deberá proceder como se indica en la figura 55, conectando el voltímetro entre la borna 1 y luego a masa. A continuación poner el contacto cerrando el circuito (posición de marcha) y leer en la esfera del voltímetro el resultado señalado por la aguja. La tensión recibiida debe ser superior a los 12 voltios.

Si la tensión recibida no supera este valor se tendra que comprobar la tensión que se recibe en el mismo circuito primario de la bobina, siempre, por supuesto, con el contacto puesto en posición de circuito cerrado. Si la bobina recibe buena tensión se tendra que verificar la continuidad del cable que transporta la corriente al conector desde la bobina.

- Control de la tensión de arranque

El montaje para esta prueba se aprecia en la figuara 56. Se trata igualmente de conectar el voltímetro entre el borne 4 del conector y la masa del automóvil. Una vez hecho este montaje,

dar el contacto y desde el mismo accionar el motor de arranque. En este momento el voltímetro debe indicar un valor superior a los 9 voltios.

Si se de el caso de que no se logra alcanzar este valor de tensión se tendrá que revisar la continuidad del circuito o el mismo estado del motor de arranque. En algunas instalaciones pueden encontrarse otras derivaciones de corriente que pueden influir, en caso de mal estado, en la medición que estamos realizando, como, por ejemplo, la presencia de algún antirrobo, etcétera. Hay que revisar el estado de estas derivaciones hasta encontrar la causa de la baja de tensión o tensión nula que pueda producirse en este borne de la UEC.

- Control de la caja de contactores

Sobre este dispositivo ya se ha hablado con anterioridad. Para llevar a cabo el control eléctrico de su funcionamiento se necesita primero efectuar unos trabajos de preparación que podemos ver con la ayuda de la figura 57. Se trata de localizar la caja de retraso de corte en decelaración cual se halla señalada en 1 de la figura. Una vez retirado este conector se debe efectuar un puente eléctrico del modo que muestra el dibujo

de detalle, es decir, comunicar los bornes 2 y 2A (este último señalado con 3 de la figura), después de los cual podremos pasar ya al control de la posición del ralentí y de la posición de plena carga.

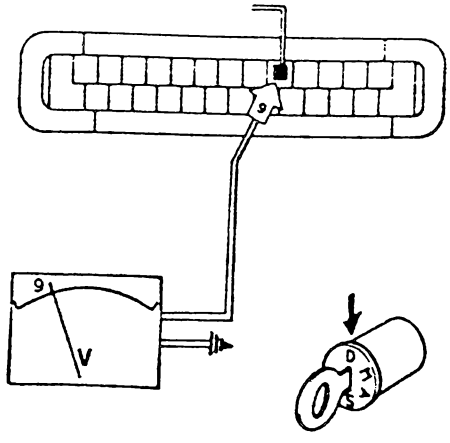


Figura 54 Control de la tensión de alimentación.

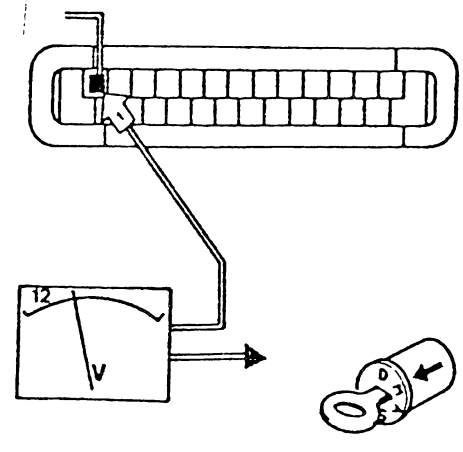


Figura 55 Control de la información de encendido.

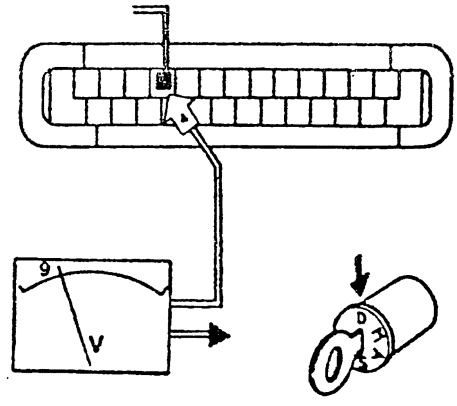


Figura 56 Control de la tensión de arranque.

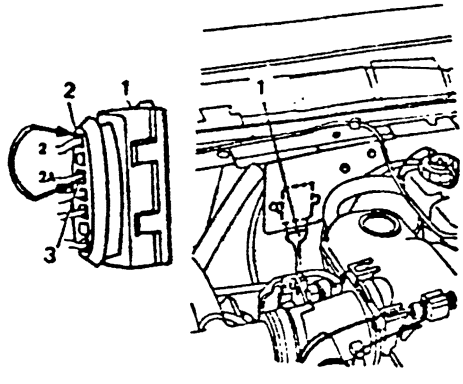


Figura 57 Preparación de la caja de retraso de corte en deceleración (1) para realizar la prueba del control de la caja de contactores.

1. Control de la posición del ralentí Por medio de la figura 58 podemos ver gráficamente la forma de operar. En las bornas del conector de la unidad electrónica de control números 2 y 9 se colocarán las puntas de un ohmímetro. Cuando el pedar del acelerador se encuentra en reposo, es decir, en la posición de *a* de la figura, el valor de la resistencia señalada por el aparato de verificación deberá ser inferio a 1 ohmio.

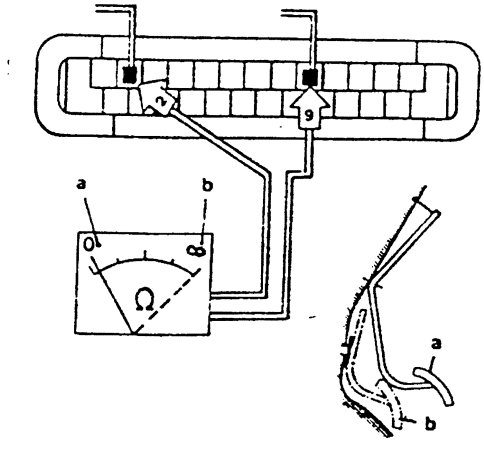


Figura 58 Control de la posción de ralentídurante la verificación de la caja de contactores.

Por otra parte, pisando el pedal del acelerador, el ohmímetro debe desplazarse hasta resistencia infinito, tal como se muestra en *b* de la figura que nos ocupa en este momento. Al retornar el pedar a la posición de reposo el ohmímetro debe volver a marcar una resistencia inferior a 1 ohmio.

Si los valores señalados por ohmímetro n corresponden a esta descripción lo mas probable es que la caja de contactores se encuentra mal reglada, pero si el resultado es infinito en todas las lecturas, verifivar el estado de continuidad de los cables que intervienen en el circuito.

2. **Control de la posición de plena carga.** La figura 59 reproduce esta situación para el control de plena carga. Las puntas del ohmímetro estarán ahora entre las bornas 3 y 9 del conector. En estas condiciones, y con el pedal acelerador en reposo (posición a) el ohmímetro tiene que dar resistencia infinito. Por el contrario, pisando a fonfo el pedal acelerador (posición b) la resistencia señalada por el aparato deberá ser inferior a 1 ohmio.

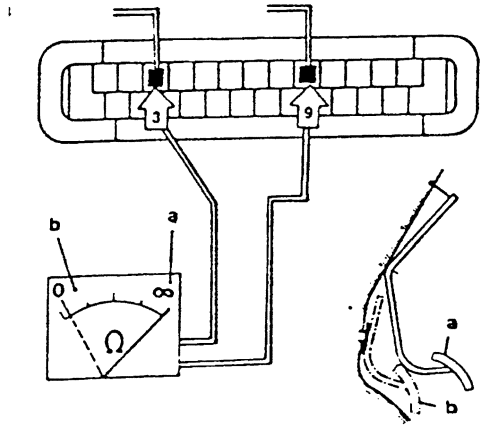


Figura 59 Control de la posición de plena carga durante la verificación de la caja de contactores.

Si estos valores no se obtienen de la forma que acabamos de describir, tambien, y como en el caso anterior, el culpable puede ser el mal reglaje de la caja de contactoes, pero si la resistencia es siempre infinito hay que buscar una posible causa en el mal estado de los cables, por alguna discontinuidad de los mismos.

- Control de la sonda medidora de caudal de aire. Para llevar a cabo esta prueba de control se ha de comenzar por desmontar la chapa soporte que se ve en (1) de la figura 59. Desde aqui podremos acceder a la estrella de masa (2) de cuyo grupo de cables se deberá desconectar los cables M5 y M18 para unirlos entre si y aislarlos de masa del modo que se puede ver en el detalle de la figura. Una vez realizada la operación precedente pasaremos a verificar el valor de la resistencia entre los bornes 5 y 8 del conector de la UEC, tal como se ve en la parte alta de la figura 61. En estas condiciones el valor de la resistencia señalado debe encontrarse entre los 340 a 450 Ohmios. (o el valor indicado en el manual de taller del motor en concreto sobre el que trabajamos) la prueba se complementa con la medición de la resistencia entre los bornes 8 y 9, cuyo valor correcto debe de encontrarse entre los 160 a 300 ohmios, tal como se indica en la figura.

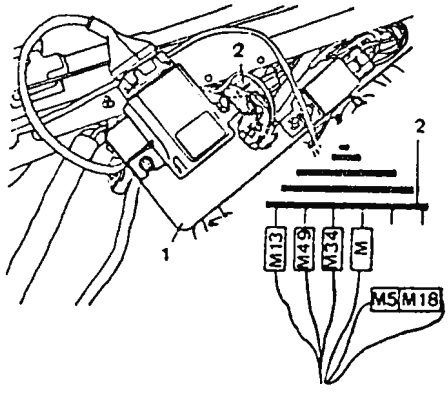


Figura 60 Preparación de los cables de masa para llevar a cabo el control de la sonda medidora del caudal de aire. (1) chapa soporte, (2) estrella de masa.

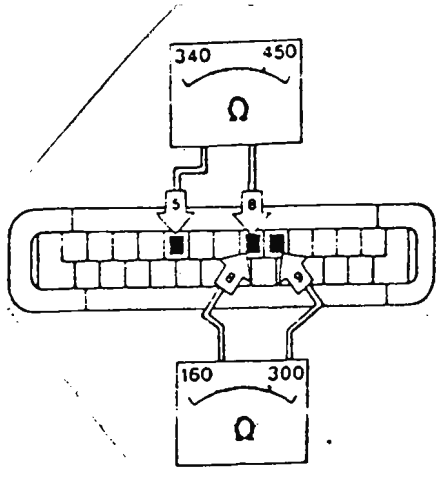


Figura 61 Control de la sonda medidora del caudal del aire.

Otra prueba de medición la encontraremos en la figura 62 en la que el ohmímetro comprueba los bornes 5 y 7 del conector de la UEC. En esta prueba tenemos que el valor de la resistencia tiene que variar de aucerdo con la posición adoptada por la mariposa de la sonda. Así pues, con la ayuda de un destornillador, y tal como se muestra en la figura, variar la posición de esta mariposa. Según la abertura de la misma los valores que señala la aguja del ohmímetro deben encontrarse entre 60 y 100 ohmios.

Si los valores proporcionados por el ohmímetro no están dentro de los valores recomendados por el constructor del motor, hay que pensar que el conjunto de resistencias del caudalímetro está en mal estado o bien el mecanismo de la sonda en general. Habrá que revisar estos puntos. Tampoco olvidar repasar el estado de los calbes que transportan la corriente.

- **Control del captador de temperatura.** En la pasada figura 52 vimos que la borna 10 era la encargada de recibir la corriente procedente de la sonda o captador de temperatura del agua de regrigeración del motor. A esta borna, y tal como muestra la figura 63, se aplica una de las puntas del ohmímetro mientras la otra se coloca a masa del vehiculo.

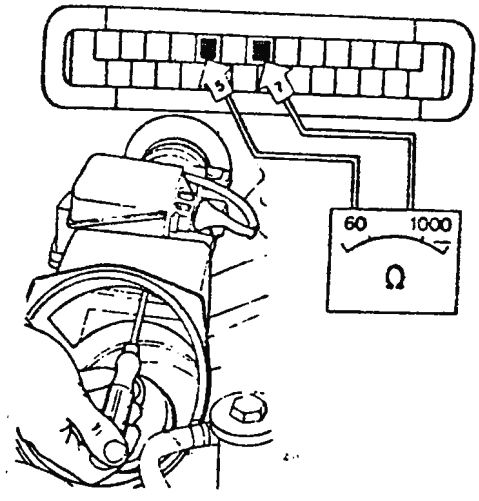


Figura 62 Control del potenciómetro del caudalietro.

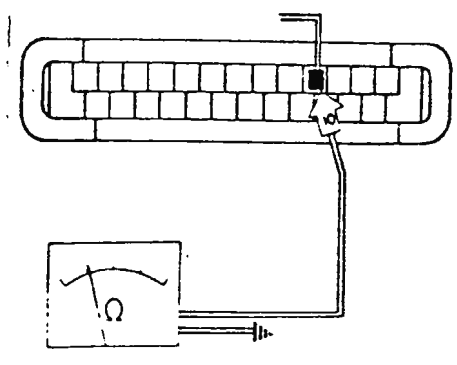


Figura 63 Control del captador de temperatura.

Los valores de la resistencia tienen que variar según la temperatura dentro de márgenes bastante amplios. Salvo posibles indicaciones del manual del taller del automóvil con el que trabajemos se puede estanblecer que los valores de la resistencia deben hallarse entre los siguientes puntos:

- A 10°C bajo cero: 8200 a 1000 ohmios
- A 20°C sobre cero: 2280 a 2720 ohmios
- A 80°C sobre cero: 290 a 370 ohmios.

Si estos valores no se mantiene en las cifras (o las señaladas en el manual) es muy posible que la sonda de temperatura se encuentre en mal estado y debe recambierse.

- **Control de masa del conector.** Las bornas de masa son la 5 y la 13 del modo que ya se indicó en la pasada figura 52. Su verificación se lleva a cabo con un ohmímetro colocado sucesivamente de la forma que muestra la nueva figura 64, es decir, una punta de comprobación en la borna 5 y la otra a masa del vehiculo, y, en la prueba siguiente, la punta en la borna 13 y la otra a masa. En ambos casos el valor señalado por la aguja de aparato comprobador debe ser inferior a 1 ohmio. Si los valores obtenidos son superiores debe revisarse, en primer lugar,

el estado de la estrella de masa que vimos señalada en 2 de la pasada figura 60. También la continuidad de los cables debe revisarse para localizar puntos que pueden dificultar el paso de la corriente y aumenta el valor de la resistencia eléctrica.

- **Control de la resistencia de los inyectores.** Para efectuar esta prueba actuar del modo que se presenta en la nueva figura 65. como se puede ver, el ohmímetro está conectado entre los bornes 9 y 12 del conector de la UEC. En esta posición la aguja debe señalar una resistencia entre 3.50 a 5 ohmios para el conjunto de los cuatro inyectores.

  Si se obtienen valores diferentes la causa de ello puede encontrarse en algún inyector en particualr que tenga la instalación eléctrica dañada. Hay que tener en cuenta que los inyectores se encuentran instalados en paralelo por lo que puede detectarse el inyector danado midiendo su resistencia eléctrica. En este cas cada inyector está en buen estado si presentan una resistencia individual de 16 ohmios.

  Tampoco hay que olvidar que unos cables en mal estado de continuidad pueden dar lecturas diferentes a las que hemos expuesto.

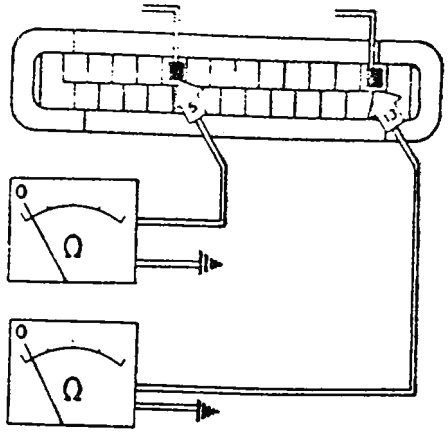


Figura 64 Control de la masa del conector.

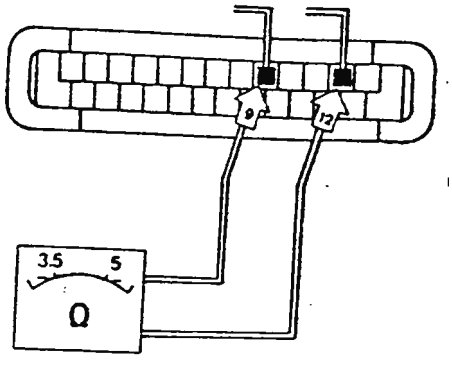


Figura 65 Control de la resistencia de los inyectores.

Con lo dicho damos por terminado el control que se puede realizar a través de las bornas del conector de la unidad electrónica de control para verificar el estado de recepción a que esta unidad va a recibir las corrientes eléctrica que determinarán su buen funcionamiento. No es aconsejable, ni muchas veces posible, intervenir en el interior de la UEC sin disponer de importantes conocimientos de electrónica y de un completo laboratorio de aparatos de comprobación.

5. Control del caudalimetro.

Pasaremos ahora a ver los controles que son específicos de la misma sonda de caudal de aire, pieza fundamental del equipo de inyección del tipo L-Jetronic. En esta pieza es necesario hacer varios controles cuando se observan dificultades de funcionamiento, y esto es lo que vamos a ver a continuación.

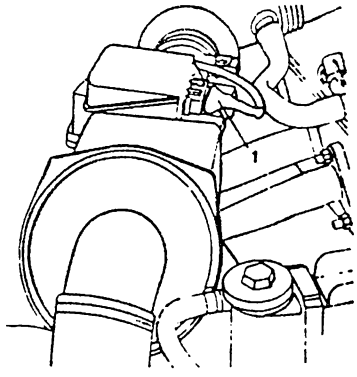


Figura 66 Para iniciar el control del caudalímetro se necesita sacar el conector (1) del potenciómetro.

- **Control de la alimentación eléctrica**

En la figura 66 podemos ver el aspecto extgerior que presenta la parte alta del caudalimetro. Para hacer la operación de comprobación de la tensión que recibe esta parte es necesario desconectar primero el conector (1) y aplicar a él un voltímetro entre la terminal al qur va a parar el cable 18A y masa. Esta disposición la eremos también en la figura 67 que comentaremos más tarde. Por el momento, teniendo el voltímetro aplicado de la forma que hemos descrito, se pasará a desconectar el módulo de encendido para evitar que el motor se ponga en marcha, y se accionará el arranque vigilando el valor que el voltímetro alcanza en su aguja. La tensión lograda en este momento ha de ser superior a los 9 voltios.

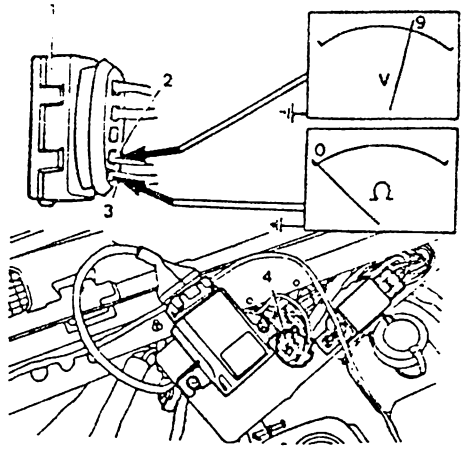


Figura 67. Para el control de la alimentación eléctrica hay que conectar un voltimetro entre el borne 2 y masa. Para el control de masa se coloca un ohmnimetro entre el borne 3 y masa. 1 Conector del caudalimetro. 4. Estrella de masa

De no conseguirse este valor se tendrá que revisar el estado de la alimentación y el funcionamiento del relé taquimétrico. Como en todos los casos similares no olvidar la posibilidad de que los cables se encuenten en mal estado de modo que eviten la continuidad del circuito eléctrico.

- **Control de masa.**

El control de masa se puede apreciar por medio de la figura 67 en la disposición en que se halla el ohmimetro. Como puede verse, este aparato se conecta con una punta en el terminal (3) que se trata del borne M18, y la otra punta a masa.

En estas condiciones el valor leído en la aguja del ohmímetro debe ser inferior a 1 ohmio y si la resistencia resulta incorrecta hay que pasar a controlar la continuidad del hilo M18 y también el estado de la estrella de masa (4) para ver si su contacto es bueno.

La posición del voltímetro en esta figura 67 es la correcta para la prueba de control de la alimentación eléctrica.

- **Contol del estado mecánico**

El caudalímetro debe tener unas condiciones mecánicas de funcionamiento que le permitan girar con toda suavidad, sin roces ocasionados por posibles obstrucciones de cualquier tipo. Esto es lo que hay que revisar en él principalmente. Para empezar se tendrá que proceder a sacar la tapa del filtro de aire y luego el elemento filtrante, para tener buen acceso a la zona en la que se encuentra la marioposa medidora de caudal.

Tal como se puede ver en la figura 68, con un destornillador se puede mover la mariposa de caudal comprobado que su desplazamiento sea suave en todos los puntos de su recorrido, sin el menor indicio de obstrucción o roce en ninguna de sus partes.

Si se observara la presencia de suciedad se debe proceder a su limpieza con la ayuda de untrapa limpio y que no desprenda pelusa. En el caso de observase roces de la mariposa se tendrá que investigar para encontrar la causa que los produce y el lugar, y a tratar de corregir aquello que origine estas irregularidades.

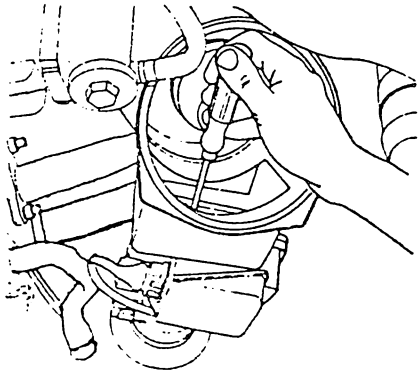


Figura 68 Control del estado mecánico de la mariposa del caudalímetro.

- **Control del estado eléctrico**

Pasemos a la figura 69. Aquí vemos el aspecto que presentan las bornas del conector con la numeracioón que acostumbran a tener en estos equipos de L-Jetronic.

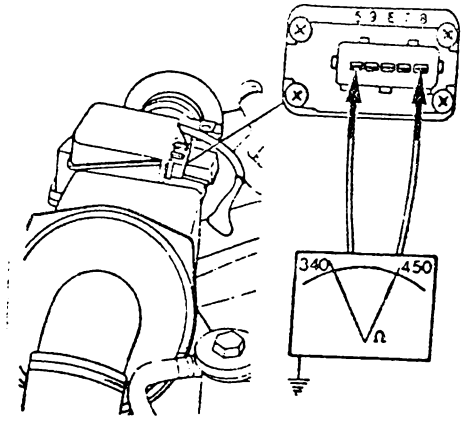


Figura 69 Control del estado eléctrico del potenciómetro.

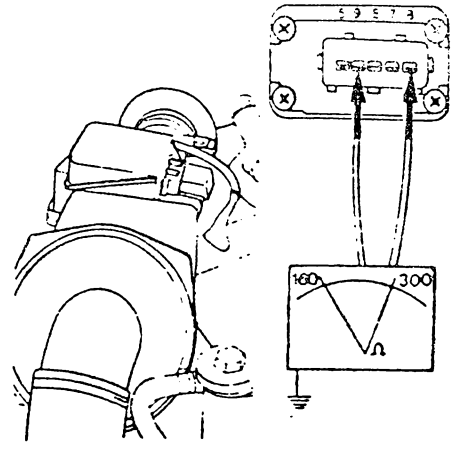


Figura 70 Verificación de la resistencia entre los bornes (9) y (8).

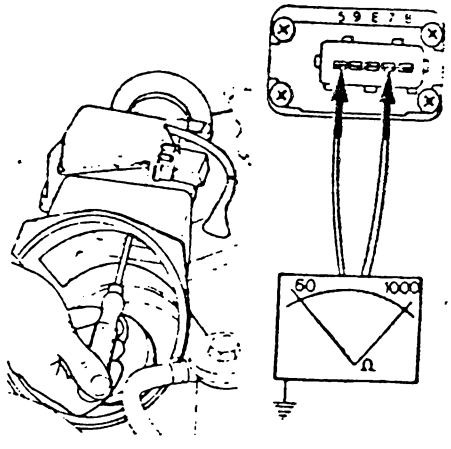


Figura 71 Verificación de la resistencia entrte los bornes (5) y (7) a medida que se mueve la mariposa del caudalimetro.

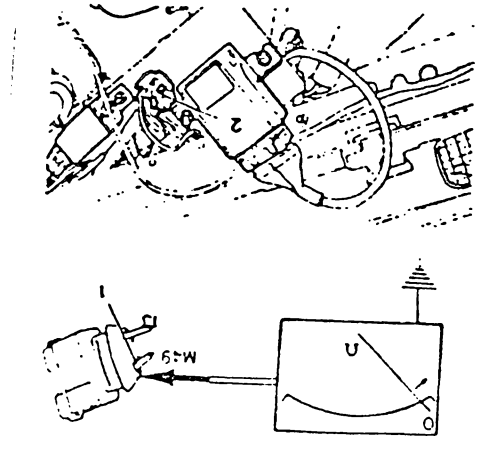


Figura 72 Control de masa en la verificación de la sonda de temperatura. (1) conector de la sonda. (2) estrella de masa.

El control del estado eléctrico es el mismo que vimos realizar en el párrafo dedicado al "control de la sonda medidora del caudal de aire" del anterior apartado. Lo que ocurre es que allí medimos la resistencia en el conector de la unidad electrónica de control y ahora nos toca hacer esta misma operación, pero en el conector de la misma sonda. Así pues, y como se muetra en la figura 69 citada, se coloca el ohmimetro entre los borenes 5 y 8 del conector del caudalimetro, y el valor que debe marcar la aguja del aparato debe encontrarse del conector del caudalimetro, y el valor que debe marcar la aguja del aparato debe encontrarse entre los 340 y 450 ohmios.

A continuación se pasa a la segunda prueba, que es la que se ha dibujado en la figura 70, consistente en comprobar la resistencia desde los bornes 9 y 8 del conector del caudalimetro. el resultado correcto deberá hallarse entre los 160 a 300 ohmios.

Una tercer prueba es la mostrada en la figura 71 en la que las puntas del ohmímetro se hallan colocadas entre los bornes 5 y 7 del conector para la comprobación eléctrica del funcionamiento de la caja de reistencias regidas por el cursos movido por la mariposa del caudal de aire.

En esta prueba se necesita mover la citada mariosa para que ésta accione a su vez el cursor y con ello la resistencia vaya variando según la posición adoptada. Esta es la operación que se realiza por medio de un destornillador en la figura y que es semejante a lo que explicamos en la pasada figura 62 para el control del conector de la UEC en este mismo aspecto.

Con el montaje que se ha decrito la resistencia marcada por el ohmímetro debe ir entre 60 y 100 ohmios según la posición adoptada por la mariposa. Los valores deben ir variando de acuerdo con el movimiento que con el destornillador se dé a la mariposa.

Si este funcionamiento no se produce es seguro que se encuentra en mal estado el conjunto del caudalimetro y muy probablemente se tendrá que pensar en su sustitución.

6. Dispositivos del funcionamiento con el motor frío

Vamos a determinar esta parte práctica dedicada al sistema de inyección electrónica de gasolina del tipo LE-Jetronic con un estudio de la parte de controles que debe realizarse en la sonda de temperatura y en la caja de aire adicional.

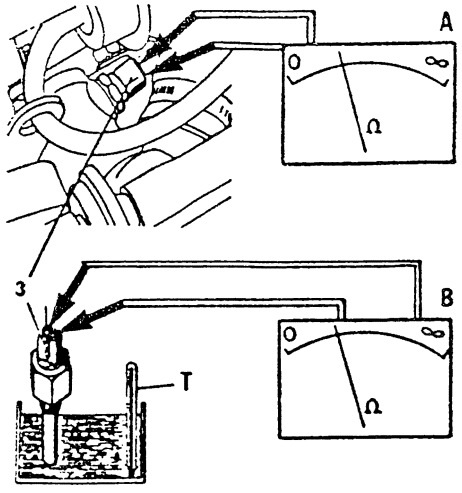


Figura 73 Control de la sonda de temperatura. (A) control sobre el motor. (B) control fuera del motor. (3) sonda de temperatura.

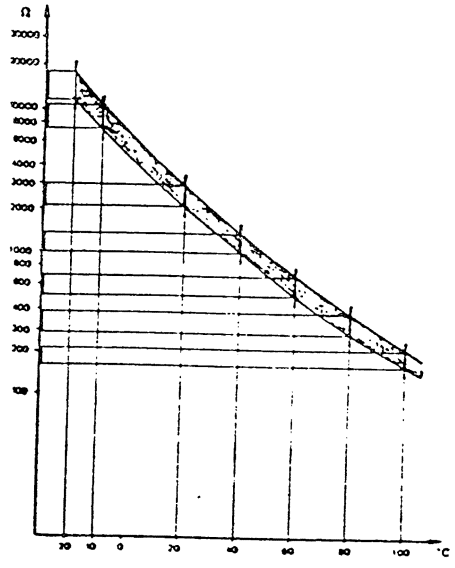


Figura 74 Grafico que muestra la resistencia de acuerdo con la temperatura en una sonda de temperatura.

a. Control de la sonda de temperatura

La información que la sonda de temperatura manda a la unidad electrónica de control es muy importante para el correcto funcionamiento de la puesta en marcha y del régimen acelerado de calentamiento, como ya se ha dicho cuando se describió la teoría del funcionamiento de este equipo. Consecuentemente es preciso verificar varios controles que consisten en el control de la masa, un control del funcionamiento sobre el motor y otro control

con la onda de temperatura fuera del motor. De ello vamos a ocuparnos de inmediato.

- **Control de la masa.** En la figura 72 se muestran los puntos necesarios para realizar esta prueba. Con la ayuda de un ohmímetro se conecta el terminal M49 con la punta del ohmímetro y se comprueba el valor de la resistencia que debe er inferior a 1 ohmio. Si el valor de la resistencia es superior hay que verificar el estado de la estrella de masa (2) para comprobar su buen contacto así como los cables que llegan hasta el M49 para cerciorarse de su continuidad.

- **Control de la sonda sobre el motor.** Veamos la parte A de la figura 73 en donde se muestran las partes fundamentales de esta prueba. Se comienza por desconectar el conector de la sonda de temperatura (3) y aplicar un ohmímetro entre sus dos bornes.

El valor proporcionado por la aguja del ohmímetro depende, como es lógico de la temperatura a que se halle la cabeza de la sonda. En la figura 74 tenemos un gráfico que nos muetra el valor de la resistencia según los grados C de temperatura. Así podemos ver, por ejemplo, que a 40°C la resistencia señalada

por el ohmmetro debe encontrarse entre los 1000 a 1400 ohmios y tanto menos cuanto mayor es la temperatura, tal como corresponde a las resistencias de coeficiente de temperatura negativa.

Si la aguja de resistencia=infinito es señal de que la sonda está cortada y por lo mismo debe sustituirise por otra en buen estado.

• **Control de la sonda fuera del motor.** Para hacer una comprobación similar a la descrita más arriba se necesita conocer con exactitud el estado de temperatura a que se encuentra la misma sonda y ello no siempre es posible con la sonda montada en el motor. Para tener absoluta seguridad de la temperatura del agua lo mejor es calentarla independientemente y medir con un termómetro (T) su temperatura, tal como se ve en la figura 73, parte B inferior. Por medio del termómetro conocemos con toda exactitud la temperatura del agua y la conexion de las puntas del ohmímetro a cada uno de los bornes nos puede dar el valor de la resistencia eléctrica del circuito. En este caso bastará con consultar con la misma tabla que vimos en la figura 74 para determinar si se cumplen los valores de resistencia recomendados a la temperatura dada.

BIBLIOGRAFIA

- De Castro, Miguel. Inyección de gasolina. Biblioteca CEAC del Automóvil, Ediciones CEAC, España, 1989

- FEPADE, Sistemas de Inyección Gasolina II. Departamento técnico Vocacional, Escuela de Mecánica Automotriz, 1990