

El equipo de inyección L– Jetronic.

Las características generales que definen el funcionamiento del equipo original L– Jetronic son las siguientes:

- El sistema de inyección de gasolina no integra ni incorpora el sistema de encendido, de modo que éste no es controlado por la UEC.
- Sé trata de un sistema de mando completamente electrónico, en donde, la UEC recibe constantemente información de cada uno de los sensores de que dispone el motor. Ello le proporciona unos parámetros que memoriza y, de acuerdo con un programa previamente incorporado, toma decisiones instantáneas que la llevan a cursar órdenes muy precisas para los inyectores y otros dispositivos del sistema, según las exigencias.
- Va provisto de un inyector para cada cilindro,
- Mide y controla la cantidad de aire que penetra en el colector de admisión por medio de un caudalímetro que consiste en una mariposa sonda que el aire desplaza, con mayor o menor ángulo, según la cantidad de aire que penetra hacia el colector de admisión, es decir, de aire consumido.

Esquema general del equipo.

En primer término se han de destacar una potente unidad de control y un caudalímetro. Este último es el que proporciona sus datos por el paso de la corriente eléctrica a través de una rampa de resistencias. El valor de la corriente así proporcionado a la UEC se transforma en señales que se elaboran junto con las señales que provienen de los demás sensores y se obtiene así una corriente final de apertura de los inyectores, realizándose de esta forma la dosificación. Y ahora una rápida explicación de las partes y su funcionamiento estos son: Él deposita de combustible. La electrobomba y el filtro se encargan de proporcionar el combustible a la rampa distribuidora, a una presión aproximada de 2,5 bares. El regulador de presión tiene la misión de impedir que en el circuito existan valores excesivos de presión, de modo que abre cuando se superan los 2,5 bares o el valor que se les encomiende según el equipo.

Desde la rampa distribuidora unas tuberías mandan el combustible a todos los inyectores incluido también el inyector de arranque.

Otros elementos propios de todo circuito de inyección del automóvil son el distribuidor de encendido, la batería y el interruptor de contacto. La parte electrónica está compuesta por una gran cantidad de sensores que mandan información a la UEC. Estos sensores son: el interruptor de la mariposa del acelerador, el potenciómetro o caja de rama de resistencias del caudalímetro, el termo interruptor temporizado del arranque en frío; La sonda térmica de la temperatura del motor; y la sonda lambda, que no es obligatoria en todos los equipos, y que sirven para el control de la contaminación a través del catalizador.

Por último, tenemos la caja de aire adicional, la caja de relés y la mariposa del acelerador.

Los tornillos de ajusten son el de la velocidad de ralentí y el de ajuste de la riqueza de la mezcla en ralentí. Éstos son los elementos fundamentales del equipo L – Jetronic.

Conviene entrar a considerar con cierto detalle algunas de sus partes fundamentales, que hemos mencionado en esta exposición general estas partes son:

- El caudalímetro.
- La unidad electrónica de control.
- Los inyectores.
- El sistema de arranque en frío.

- La sonda de la temperatura del líquido refrigerante.
- El equipo hidráulico.
- La sonda lambda.

El caudalímetro.

Un sistema electrónico como el L-Jetronic se distingue por la exactitud con la que consigue la dosificación de la mezcla, es decir, la aportación de gasolina con respecto a un determinado volumen de aire entrado en el colector de admisión. Ello requiere, sin embargo, disponer de un sistema de medición del aire muy preciso en cualquiera de los estados de funcionamiento del motor: plena carga, media carga o ralentí, y todos sus consiguientes matices para la obtención de este objetivo el equipo se vale de un caudalímetro que traduce en valores eléctricos cualquiera de las posiciones a las que el paso del aire se somete a una compuerta.

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

La mariposa-sonda es, además, solidaria de un cursor que se desplaza por un potenciómetro con una rampa de resistencias, de modo que proporciona diferentes señales eléctricas según la posición ocupada por la mariposa sonda. Para conseguir la regulación del aire en ralentí dispone de un conducto by pass para el aire, que deja en corto circuito a la mariposa y puede ser regulado por medio de un tornillo de estrangulamiento para acudir a su correcto reglaje.

La constitución interna del caudalímetro, se encuentra su mariposa-sonda y el potenciómetro con su conector desde el que se da información eléctrica de la UEC. Todo el mecanismo está incluido dentro de una caja estanca dentro de la cual existe una atmósfera muy seca. Consta de una placa de cerámica con una serie de contactos y 14 resistencias cuyos valores se han ajustado muy exactamente con rayos láser, pues de sus perfectos e invariables valores proporcionados se deriva el perfecto funcionamiento del equipo en cuanto a la dosificación se refiere.

La constitución eléctrica interna del potenciómetro. La rampa intercala, con respecto a la posición del cursor, la serie de resistencias, de alto valor óhmico, que van de R1 a R12. La corriente de la batería mantiene una tensión entre el borne de entrada y el de salida. La corriente atraviesa todas las resistencias, de modo que la tensión de entrada de borne positivo que es de 9 voltios, tiene una salida por el borne negativo de 5 voltios. Por su Parte, el cursor manda a la UEC, por su borne US (tensión de salida) un valor de tensión que depende del número de resistencias que la posición de la mariposa sonda (de la que es solidario) tenga en cada momento. Así puede trabajar con una corriente (tensión de batería UB) que haya modificado sus valores por pasar por todas las resistencias, o bien por sólo 4.5.6.7. etc., de ellas, pues a medida que el cursor se desplaza hacia la izquierda entran en juego menor número de resistencias y ello hace que la tensión de salida (US) sea cada vez más alta dentro de unos valores que la UEC relaciona con el tiempo de apertura de la mariposa sonda. Este impulso básico lo utilizara a su vez para regular el tiempo de apertura de los inyectores.

El equipo consta también de una termistancia que controla la temperatura del aire, dato que afecta a su densidad, y este dato interviene también en el valor de tensión general obtenido y mandado a la UEC, donde se elaboran todas las señales para conseguir una corriente final de apertura del inyector que determinará la perfecta dosificación en cada momento.

En el potenciómetro los elementos básicos de su funcionamiento son: el cursor que va unido al movimiento de la mariposa sonda y el muelle antagonista, el cual fuerza al cursor a mantenerse en la posición de cerrado.

El dispositivo consta también de una corona dentada, por medio de la cual se puede acceder al tensado del

muelle antagonista.

La parte fundamental del dispositivo se encuentra en la pista de contacto y en el conjunto de las resistencias que forman el potenciómetro propiamente dicho.

Esta pieza ha sido fabricada con una mezcla de cerámica y metal, al horno y a altas temperaturas, y sobre una placa también de cerámica, formando todo un conjunto estanco. Va sujeta por medio de tornillos y en caso de avería, tiene que desmontarse y cambiarse totalmente.

El caudalímetro se encuentra entre el filtro procedente de la toma de aire de la atmósfera y el conducto en forma de fuelle que traslada el aire al colector de admisión.

La unidad electrónica de control (UEC).

Su funcionamiento básico se produce de la forma de un esquema de dos bloques: los dos parámetros fundamentales que sirven para determinar la cantidad de tiempo que deben permanecer abiertos los inyectores vienen dados por el número de revoluciones del motor y el caudal de aire entrado en el colector. El primero de estos valores va a parar al conformador de impulsos, donde la señal es tratada reduciendo a la mitad estos impulsos, además de convertirlos en señales rectangulares para facilitar su tratamiento posterior en otros bloques.

De aquí pasan a un multivibrador de control de división que elabora estas señales junto con la información que recibe del potenciómetro. Con estos dos parámetros variables, que el multivibrador procesa, se tiene el llamado tiempo básico de inyección (T_b) que después será ampliado con la aportación de nuevos parámetros.

La señal así preparada pasa después al bloque denominado etapa multiplicadora. Este bloque recibe, además del T_b , la información procedente de los sensores de temperatura del aire, de tensión de la red del vehículo y del estado de plena carga. Con los valores proporcionados por estos parámetros el multiplicador calcula un tiempo de corrección (T_c) y lo multiplica por el tiempo básico de inyección (T_b), que previamente había calculado el multivibrador. Posteriormente, el tiempo resultante se sumará al T_b , es decir, será $T_b + T_c$.

La tensión de la red también debe ser controlada en la etapa multiplicadora ya que la excitación del bobinado de los inyectores, que determina su abertura, depende mucho de la tensión de la batería. Si la tensión de la batería fuera baja y no se tomaran medidas de corrección de este defecto, los inyectores abrirían durante menos tiempo y ello haría que se estableciera una mala alimentación por dosificación muy pobre. Cuando recibe señales de que la tensión de la red es excesivamente baja, aumenta automáticamente el tiempo de impulso de la tensión (T_t) corregida, de modo que los inyectores puedan inyectar el caudal adecuado para cada caso.

Los inyectores.

Los inyectores o válvulas de inyección, son elementos fundamentales en los equipos electrónicos de inyección de gasolina.

Desde un punto de vista hidráulico, los inyectores están en contacto directo con la rampa de distribución de inyección que forma parte de todo el circuito de combustible que existe en este circuito según el funcionamiento de la electrobomba y el estado de regulación a que lo somete el regulador de presión. Además el inyector de arranque que sé allá en iguales condiciones que el resto de los inyectores. La presión soportada es de alrededor de los 2,5 bares y hasta 3 bares, según la instalación del equipo L Jetronic.

La constitución interna del inyector consta de una aguja inyectora de asiento que por la acción de un muelle se aplica sobre su asiento impidiendo la salida del combustible que, como se ha dicho, se encuentra entre 2,5

bares y 3 bares y que penetra por la boca de entrada llenando la cámara del inyector y después de pasar por el filtro. Por otra parte, el inyector consta de un bobinado eléctrico que, a través de su conector, está en contacto directo con la UEC y, de ella recibe los impulsos eléctricos que determinan el tiempo de abertura, con tiempos de apertura y descanso que duran entre 1 y 1,5 milisegundos. La aguja inyectora dispone de un núcleo inducido, solidario de la misma, que se retira cuando la corriente de la UEC pasa por el bobinado en virtud del magnetismo creado. Éste momento en que el inyector se abre, el levantamiento de la aguja es, aproximadamente, de 0,1 mm y el combustible sale por el orificio anular que queda libre en este momento en virtud de alta presión que se encuentra en el circuito hidráulico.

Cuando cesa la corriente procedente de la UEC es el muelle el encargado de devolver a la aguja su posición de cierre y reposo.

El sistema de arranque en frío.

Una caja de relés recibe la señal de arranque desde el interruptor de contacto. En situación de accionamiento del motor de arranque, se manda corriente al inyector de arranque que hace masa a través del interruptor temporizado. En este momento la bobina del inyector deja paso a la gasolina durante unos segundos, pero cuando se calienta abre el circuito y el inyector de arranque se cierra, aun cuando el motor de arranque todavía esté funcionando.

La constitución interna de un inyector de arranque de los utilizados en el L Jetronic. El elemento básico de esta válvula es el bobinado y el inducido magnético que actúa a su vez como válvula de cierre de la presión reinante en el interior del circuito y de la cámara. Dispone de un filtro de entrada y de un muelle antagonista que hace que la válvula siempre esté cerrada a excepción del momento en que la corriente eléctrica circula por el bobinado. En la parte alta de válvula se encuentran las dos patillas del conector. En el arranque, el termo interruptor temporizado, provisto de lámina bimetálica, se convierte en el rector del tiempo de funcionamiento del inyector de arranque. El circuito eléctrico que alimenta el bobinado del inyector solo puede producirse llegando a masa a través de los contactos del termo interruptor. Sin embargo, también la corriente, cuando se está produciendo el arranque, puede derivarse hasta la resistencia, con lo cual calienta la placa bimetálica que, al cabo de un tiempo determinado, se dobla e interrumpe el paso a masa de la corriente procedente del inyector.

Este funcionamiento sólo se produce cuando el motor está frío por completo, pues, debido a que el termo interruptor está en contacto con el agua de refrigeración del motor, cuando el agua está caliente, la lámina bimetálica está siempre doblada y no es posible que actúe el inyector de arranque aunque se pulse el interruptor de contacto en posición de mover el motor de arranque. Está calculado este termo interruptor para que a -20°C la desconexión se produzca a los ocho segundos de funcionamiento, mientras que el tiempo se reduce considerablemente cuando la temperatura inicial es más alta.

Sonda de temperatura del líquido refrigerante.

En líneas generales esta sonda térmica trabaja por la acción de una resistencia eléctrica que resulta sensible al calor que soporta. Se trata, pues, de un dispositivo verdaderamente sencillo.

La constitución interior de la sonda consta de una cabeza provista de una rosca, que debidamente ayudada por una arandela de estanqueidad, se acopla al orificio del motor que está en contacto con el paso del líquido de refrigeración. El interior de este cuerpo es hueco y sirve para disponer en él una resistencia del tipo NTC que deberá ser recorrida por una corriente eléctrica que, finalmente llegará a uno de los numerosos bornes de la UEC. Para ello dispone también de dos tomas de conexión eléctrica, provista de dos bornes, para recepción de entrada y salida de la corriente.

La diferencia entre los valores de entrada y salida es tan precisa que puede interpretarse como valores de

temperatura, ya que el calor del refrigerante está también en la punta de la sonda y es recibido por la resistencia.

Se trata de una resistencia de las llamadas NTC (negativer temperatur coefizient, como dicen los alemanes) es decir, con un coeficiente de temperatura negativo, es, pues, una resistencia que tiene la particularidad de hacer disminuir su valor de resistencia óhmica a medida que aumenta la temperatura que soporta. Cuando el motor está frío, lo está también su líquido de refrigeración. El resultado es la obtención de unos valores de corriente reducidos cuando la electricidad pasa por la resistencia NTC. Cuando el motor arranca y, poco a poco, se va calentando el líquido refrigerante, la resistencia empieza a recibir calor y a mostrarse progresivamente menos eficaz, lo que permite aumentar el paso de la corriente. De este modo, los valores obtenidos son tan precisos que sirven perfectamente como valores de medición.

La UEC determina con toda claridad los valores de calor con los valores de resistencia proporcionados por la sonda y puede entrar dentro de los circuitos de su procesador los datos de temperatura y combinarlos con los demás datos que determinan la precisa duración de la inyección.

El equipo hidráulico.

Los elementos más destacados son:

- Electrobomba.
- Filtro de combustible.
- Regulador de presión.

Lo que se está designando como equipo hidráulico es, por supuesto el circuito de alimentación de combustible. Se trata de un circuito sencillo pero que ha de conservar, por encima de todo, una presión constante en su circuito pues de ello depende, en gran medida, el resultado de la cantidad de gasolina aportada en cada inyección. Consta de, en primer lugar, de una electrobomba que por regla general está sumergida en el depósito de combustible.

En segundo lugar, va provista de un filtro capaz de efectuar una labor muy escrupulosa de micro filtrado del combustible para conseguir así que éste pase sin impurezas de un determinado mínimo tamaño que podrían depositarse entre el asiento y la aguja del inyector de la válvula de inyección, y con ello, obstaculizar el cierre perfecto de esta válvula.

En tercer lugar, nos encontramos con el regulador de precisión. Se trata de un dispositivo cuya misión es la de mantener un valor constante de presión en el interior del circuito, supliendo así las irregularidades de este valor que se observan en la misma electrobomba, en la que el régimen de giro puede ser cambiante de acuerdo con la tensión de alimentación y con ello también la presión proporcionada. A continuación estos elementos por separado:

• ELECTROBOMBA

Se trata de una bomba accionada por medio de un motor eléctrico, el cual hace girar, en el extremo de la misma, una bomba de rodillos que es la encargada de impulsar al combustible y proporcionarle la presión debida. La distribución de los elementos de la electrobomba es la siguiente: en primer lugar, nos encontramos con el inducido, cuyo bobinado recoge la corriente desde su colector a través de las escobillas. Por otra parte, unas masas magnéticas establecen las líneas magnéticas necesarias para proceder al movimiento rotatorio del inducido cuando éste es recorrido por una corriente eléctrica procedente del exterior.

En uno de los extremos del inducido se encuentra la bomba celular de rodillos que es la impulsora del combustible, la bomba consta de una válvula de retención que solamente se abre cuando la bomba ha

adquirido un determinado umbral de presión, calculado según la presión general en el circuito. Una vez logrando este umbral, la válvula de retención permanece abierta durante el funcionamiento normal de la bomba. Por otra parte nos encontramos con una válvula de descarga que efectúa la labor de limitador de presión, cuando la presión obtenida por la bomba de rodillos es excesiva, esta válvula se abre y devuelve el combustible al circuito de entrada rebajándose, de esta forma, el valor reinante de presión. La bomba celular de rodillos, se trata de disponer, en una cámara excéntrica, un juego de 5 rodillos que se aplican sobre la pared interna de la bomba gracias a la fuerza centrífuga que se establece durante el rápido giro del inducido, solidario de la misma bomba.

El combustible sin presión penetra a través del conducto y pasa a llenar toda la cámara inferior de la bomba, en cuanto uno de los rodillos abandona la posición de deslizamiento sobre la parte a ser impulsado hasta la posición siguiente, a partir de la cual el combustible comienza tomar presión debido a que el volumen de la cámara disminuye de una forma progresiva a medida que el combustible es impulsado. Este ciclo se repite constantemente y durante 5 veces por revolución o giro del eje móvil de la bomba.

Por regla general, la electrobomba comienza a funcionar únicamente cuando el motor de arranque está conectado a cuando el motor ésta ya en funcionamiento. Si el motor se para sin cortar contacto, la electrobomba deja de funcionar. Con ello se previene el riesgo de incendio durante un accidente en que, debido al golpe, el motor suele pararse pero el conductor puede no acordarse o no estar en condiciones de sacar la posición de contacto del interruptor del mismo nombre.

Finalmente también hay que decir que la electrobomba ésta diseñada con el objetivo de que mande un abundante caudal de combustible al circuito, por encima de las necesidades máximas de éste, con el fin de que nunca se pierda presión cuando el consumo establecido por el motor es el máximo posible.

Por lo tanto, ello precisa de un buen circuito de retorno o rebose, por medio del cual se está devolviendo constantemente el sobrante del combustible hasta el depósito. Ello, además, tiene la ventaja de homogeneizar la temperatura del combustible y evitar pérdidas de potencia por una mezcla mal conseguida al disminuir la densidad del combustible.

• FILTRO DE COMBUSTIBLE.

El filtro contiene un elemento de papel y se trata de un diseño típico de filtro de gasolina. Sus características principales son la pequeñez de su poro que en la inyección de gasolina se establece en sólo 10 micras, con lo que recoge todas las impurezas que pueden perjudicar a los inyectores. Además de esta baja magnitud del poro, el filtro va provisto de un tamiz muy espeso que sirve para retener las posibles partículas de papel que se desprendan del filtro de papel por su continuado uso y su consiguiente y progresivo deterioro.

Las flechas grabadas en él determinan la posición correcta, la cual, si no se tiene en cuenta, puede ocasionar grandes trastornos en el funcionamiento del equipo si fragmentos minúsculos de papel se incorporan al flujo del circuito. Por eso hay que cuidar siempre de la correcta colocación del filtro siguiendo la indicación de las flechas.

La duración de estos filtros depende mucho de la suciedad originaria de la gasolina y también, por supuesto, del volumen de gasolina que se tenga que filtrar. En líneas generales puede decirse que su duración se encuentra entre los 30.000 KM en los casos más extremos, hasta los 80.000 KM en los casos más favorables.

• REGULADOR DE PRESIÓN

La misión que se le encarga a este dispositivo es la de obtener un valor constante de la presión en el interior del circuito. Por lo tanto la actuación del regulador, considerada desde el punto de vista práctico, es de las más importantes del circuito. Sin embargo, se trata de una válvula bastante sencilla.

Consta de una cápsula dividida en dos secciones o cámaras, por medio de una membrana elástica que, al desplazarse, puede hacer variar el volumen de cada una de estas cámaras. En la parte superior tenemos una cámara por la cual circula el combustible y se encuentra a la presión reinante en el circuito proporcionada directamente por la electrobomba. En la parte inferior, nos encontramos con la cámara de depresión que formula una presión antagonista con respecto a la cámara superior. Esta cámara se encuentra en comunicación con el colector de admisión por medio de la toma de vacío que ejerce una acción moduladora sobre el desplazamiento de la membrana.

En cuanto la electrobomba se pone en funcionamiento manda un caudal y una presión de combustible que se reparte prácticamente por igual a todas las zonas del circuito. El combustible entra también en la cámara de presión por el conducto. En esta cámara se encuentra con el conjunto de la membrana que determina la posición de la válvula.

Cuando la presión recibida está por debajo de los valores requeridos, la misma fuerza del combustible es incapaz de mover la membrana, ya que ésta se encuentra firmemente asistida por la acción del muelle antagonista. Pero cuando el valor de la presión sobre pasa los límites para los que ha sido concebido el regulador, la misma presión es capaz de vencer la fuerza del muelle antagonista, abrir o retirar hacia abajo la válvula y dejar paso al combustible a través del conducto de rebose que devuelve el combustible al depósito de gasolina.

En cuanto se produce la mínima apertura de esta válvula, se establece de inmediato una caída de presión en el circuito, tanto más importante cuanto mayor es la apertura obtenida, de modo que el valor de presión desciende. Pero al descender comporta también el cierre automático de la válvula por la menor presión que existe ahora sobre la membrana, que no es capaz de superar la acción del muelle. De esta forma, al cerrarse la válvula se incrementa la presión que vuelve a abrirla ya descargar líquido por el conducto de rebose, manteniéndose en este juego una presión prácticamente constante en el circuito.

Si los inyectores están cerrados, la presión del circuito aumenta, de modo que el diafragma se retira y deja paso a una mayor cantidad de combustible, de modo que el diafragma se retira y deja paso a una mayor cantidad de combustible para que retorne al depósito por el conducto de rebose. Pero si algún grupo de inyectores se abre, la presión decrece y entonces no tiene la fuerza necesaria para vencer la acción del muelle y retirar el diafragma, así que el conducto de rebose queda abierto.

Cuando la depresión en el conducto es muy fuerte, debido a que el motor está girando a un alto número de vueltas, el vacío que se produce en la cámara ayuda a vencer la retirada del diafragma para abrir el conducto de rebose con mayor facilidad, es decir, a un valor de presión más bajo de lo habitual, y ello alivia el paso del combustible cuando realmente no se necesita.

Por el contrario, cuando el motor está funcionando a plena carga y, como consecuencia de ello, la mariposa del acelerador está completamente abierta, la depresión existente en la cámara tiene un valor muy cercano a 1 bar, de modo que no llega a ejercer influencia alguna sobre el muelle y éste mantiene un valor de presión elevado. Ahora la membrana solamente se retira si el valor de la presión del combustible la obliga a ello.

La sonda lambda.

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

En el momento que se producen altas temperaturas, la cerámica se vuelve conductora y se establece una diferencia de potencial entre los dos electrodos cuando la cantidad de oxígeno no es la misma en los dos

partes.

La variación de tensión que se establece representa una señal eléctrica de control que pasará a la UEC como un factor capaz de ser corregido a través del tiempo de inyección, de modo que se mantenga la relación estequiométrica de la mezcla en la más afinada proporción posible. Cuando una mezcla quemada contiene residuos por ser excesivamente rica, la sonda manda un valor de tensión a la UEC que ésta identifica y procede de inmediato a restringir la aportación de combustible. Como consecuencia de ello, la próxima llegada de mezcla es menos rica y restablece la función de facilitar su máximo quemado en la cámara de combustión.

La forma en que esta constituida una sonda lambda es en primer lugar, consta de un cuerpo que recoge la tensión negativa. La base fundamental de esta sonda es, desde luego, la presencia de los electrodos: Él negativo y el positivo, en el intermedio se encuentra el cuerpo de cerámica. La corriente generada pasa a través de un elemento conductor de contacto y de una conexión eléctrica que lo pone en comunicación con la UEC. Consta también de un cuerpo cerámico de sustentación y de un tubo protector colocado en la punta y que será capaz de soportar altas temperaturas.

Por ultimo la sonda lambda se encuentra instalada en el mismo tubo de escape, por lo general cerca del mismo colector, de modo que los gases incidan directamente sobre el tubo protector.