
8

PUESTA A PUNTO DE MOTORES DIESEL

Por puesta a punto de motores se entiende encontrar el punto de sincronización de los diversos dispositivos fundamentales gracias a los cuales el motor puede funcionar. En el motor de explosión hay tres zonas en las que tenemos que actuar para la correcta puesta a punto: De una parte, en la puesta a punto del encendido, es decir, conseguir que la chispa salte en el momento exacto necesario con relación a la carrera del émbolo. Otra puesta a punto ha de llevarse a cabo con la carburación para conseguir que la dosificación de la mezcla se corresponda con la cantidad de aire aspirado y las necesidades del motor. Por último, también hay que poner a punto la distribución, es decir, el momento en que las válvulas de admisión y de escape han de abrirse con relación a la posición del émbolo en su carrera. Coordinar todos estos movimientos es lo que se entiende por poner a punto un motor.

En el caso de los motores Diesel ya hemos dicho que la función del encendido y de la carburación está encomendada a un solo circuito, que en este caso es el de inyección, de modo que la puesta a punto debe entenderse solamente desde dos puntos de vista compuestos por las siguientes partes:

- Puesta a punto de la inyección
- Puesta a punto de la distribución

Pues bien: a estos dos puntos vamos a dedicarnos en este capítulo que sobre todo en lo referente a la inyección presentará novedades para el mecánico acostumbrado a tratar con los motores de explosión de los automóviles.

Puesta a punto de la inyección

Como quiera que la parte substancialmente diferente entre el motor Diesel y el motor de explosión está constituido por el sistema de inyección (incluso la inyección aplicada a los motores de explosión parte de otros supuestos diferentes de la inyección de los motores Diesel) conviene que el mecánico acostumbrado a reparar los motores de gasolina tenga unos conocimientos bastante extensos de lo que es este sistema, al igual que debe tener unos buenos conocimientos sobre lo que es y cómo funciona el encendido y el carburador. Pero al igual que ocurre con el motor de gasolina en que vemos que existen casas especializadas en la reconstrucción y puesta a punto de los carburadores, también existen, y con mayor razón, casas especializadas en la revisión y puesta a punto de las bombas inyectoras que, como se ha visto, son dispositivos de una gran precisión mecánica e hidráulica. Para la comprobación de estas bombas se precisa de equipos especiales (bancos de prueba) que por su elevado precio tampoco serían rentables en un taller dedicado a la reparación de motores, de modo que el sistema más corriente cuando se advierte que una bomba no funciona bien, o cuando se sabe que ha realizado muchos miles de kilómetros y se sospecha que requiere una revisión a fondo, consiste en mandar la bomba de inyección a un taller especializado para su comprobación y puesta a punto. Ello es algo semejante con lo que suele hacerse con un carburador cuando se advierte que puede tener entradas de aire adicionales u otros defectos reparables y detectables con la ayuda de aparatos de comprobación adecuados.

De todos modos, el mecánico tiene que saber cómo es una bomba de inyección por dentro, porque solamente conociendo cómo se produce su funcionamiento se puede pensar cuáles son las razones por las que presenta determinados síntomas de mal funcionamiento. A ello hemos dedicado dos anteriores capítulos para describir las bombas de inyección en línea y las rotativas, que son los dos sistemas que podemos encontrar en los motores Diesel construidos para equipar a los automóviles. Los conocimientos adquiridos con anterioridad van a servirnos de base para saber, ante determinados fallos, si la bomba puede ser reparada en nuestro propio taller o, por el contrario, será necesario llevarla a un taller especializado para que se lleve a cabo una revisión a fondo de su estado.

Puede también ocurrir que la bomba se halle en perfectas condiciones, pero lo que se tenga que hacer con ella es sincronizarla conveniente y correctamente con el estado de giro del motor, y este trabajo de puesta a punto sí es de exclusiva responsabilidad del mecánico ya que tiene la misma categoría que la puesta a punto del encendido, por ejemplo, en los motores de gasolina.

De acuerdo con todo este planteamiento vamos a hablar algo de lo que debe ser un taller especializado en la reparación y puesta a punto de bombas de inyección, por una parte, y por otra, vamos a extendernos lo más posible en el estudio de la puesta a punto de una bomba aplicada a un motor en concreto que es la operación que un mecánico debe dominar con mayor soltura para lograr el irreprochable funcionamiento de un motor en lo que respecta

a esta parte. En su consecuencia, vamos a dedicar esta parte del presente capítulo al estudio de la bomba de inyección vista desde los dos ángulos siguientes:

- Puesta a punto y comprobación sobre el banco
- Puesta a punto en el motor.

Pasemos al estudio de cada una de estas partes por separado.

Puesta a punto y comprobación sobre el banco

Los locales donde se encuentre un taller especializado en bombas de inyección deben reunir unas condiciones de limpieza excepcionales, pues las más pequeñas partículas de polvo pueden dañar a las delicadas piezas que se encuentran dentro de una de estas bombas. Por esta razón son siempre locales independientes en donde exclusivamente se trabaja con las bombas de inyección e inyectores. Hay que desconfiar de talleres sucios en los cuales no se respeta esta regla fundamental.

Otra importante garantía de su buen quehacer estará representada por el tipo de aparatos de comprobación de que disponga. Resulta indispensable disponer de un buen banco de pruebas para bombas de inyección o en su defecto de todos los aparatos de comprobación que un banco de pruebas integra. Pero, desde luego, es más aconsejable disponer de un buen banco capaz de integrar todas las comprobaciones que es preciso realizar en una bomba para comprobar su perfecto funcionamiento. En la figura 1 tenemos uno de estos bancos de prueba para bombas en el que se halla montada una bomba rotativa para su comprobación. Dispone de una serie de inyectores maestros (1), de pruebas, a los que hay que acoplar las salidas de inyección de la bomba. En 2 vemos el cuadro de aparatos de control que dan indicación al mecánico de las condiciones en que se está efectuando la prueba. Por otra parte, un juego de probetas graduadas (3) pueden hacer medición exacta de la cantidad de combustible que a cada inyección proporciona cada uno de los inyectores. Por último, en 4, tenemos el lugar de colocación de los soportes especiales para el acoplamiento de las diferentes bombas que en este tipo de bancos pueden irse colocando de diferentes modelos.

Los bancos de pruebas deben poder llevar a cabo las seis siguientes operaciones de control que se citan a continuación:

- Puesta en fase entre sí de los elementos de la bomba
- Calibrado e igualación de los caudales de cada elemento de la bomba
- Reglaje del regulador
- Control del funcionamiento del avance automático
- Control del funcionamiento de la bomba de alimentación
- Determinación o cálculo del punto de inyección al primer cilindro.

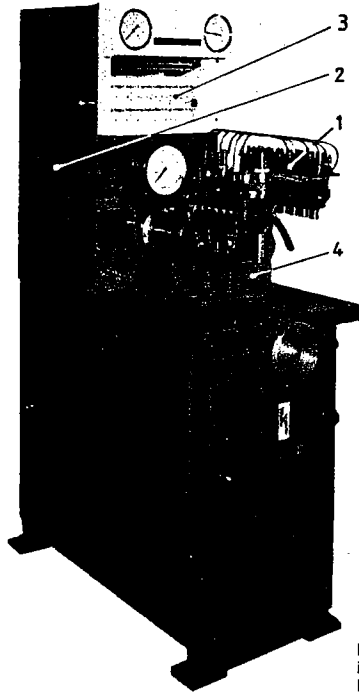


Figura 1. Banco de pruebas de bombas de inyección de la marca HARTRIDGE con una bomba rotativa montada.

Además de ello deben disponer de los dispositivos adecuados para asegurar la exactitud de sus pruebas. Así, deben estar provistos de un sistema de calefacción, provisto de termostato, para mantener en el combustible las condiciones semejantes de viscosidad a que va a ser utilizado en la práctica. Por cierto que, a este respecto, muchos bancos suelen utilizar un aceite especial que resulta inodoro y no mancha y mantiene las mismas propiedades que el gasóleo, por medio del cual se puede sustituir perfectamente a éste en todos los trabajos de prueba y comprobación. Además irán provistos de un motor eléctrico, un variador de velocidad con su correspondiente cuentavueeltas, un cuenta-émboladas de disparo automático, un manómetro medidor de depresión, etcétera, todo lo cual resulta necesario para llevar a cabo las funciones

que hemos relacionado anteriormente, y que con brevedad vamos a estudiar acto seguido.

Puesta en fase entre sí de los elementos de la bomba

La puesta en fase de los elementos de la bomba consiste en conseguir que cada elemento de la bomba esté calado de una forma tal que comience la inyección con un ángulo exacto con respecto al principio de la inyección que se ha producido en el elemento precedente. Por ejemplo, en una bomba de cuatro elementos, preparada por lo tanto para alimentar a un motor de cuatro cilindros, tiene que disponerse de un defasaje de 90° a cada una de las inyecciones que se producen en cada elemento. Aunque la disposición de las levas en el eje de levas de las bombas ya está dispuesto para lograr esta condición, el caso es que los émbolos inyectoros, provistos de muelle, pueden tener un ligero defasaje producido por el juego de estas piezas. Las bombas inyectoras disponen de una tuerca y contratuerca situadas sobre el empujador para permitir llevar a cabo este ajuste. En otros casos existen unas arandelas de diferente espesor que pueden intercambiarse entre el platillo inferior del muelle y el reborde del empujador.

La comprobación de que la puesta en fase entre sí de los elementos de la bomba está en buen estado se lleva a cabo por medio del banco de pruebas y puede hacerse por dos procedimientos, el primero, llamado a presión, de comprobación mecánica, y otro por medio de una lámpara estroboscópica que muchos bancos llevan también incorporada. Veamos cada uno de estos sistemas por separado.

La puesta en fase a presión se realiza del siguiente modo: Una vez colocada la bomba en el banco de pruebas se conecta el primer elemento de la bomba a una herramienta especial llamada cuello de cisne (Fig. 2) la cual dispone del correspondiente racor para llevar a cabo su conexión a la salida de la bomba. La utilidad de esta herramienta es conocer el momento en que se

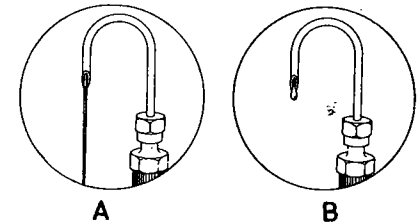


Figura 2. Cuello de cisne. A, salida de combustible durante la inyección. B, cese de la inyección y goteo lento.

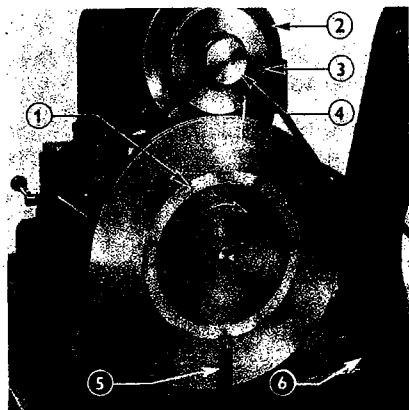


Figura 3. Comprobación de la puesta en fase de la bomba de inyección. 1, anillo de puesta en fase. 2, polea de 1.000 r/min. 3, polea de 600 r/min. 4, polea de 200 r/min. 5, índice fijo. 6, tapa de las poleas de transmisión.

inicia la inyección y el momento, en que cesa sin necesidad de demasiada presión como ocurriría de llevar el inyector montado.

Así pues, con el cuello de cisne acoplado al primer elemento se hace girar la bomba debidamente alimentada de combustible y éste saldrá a chorro cada vez que su cilindro correspondiente actúe accionado por la leva. Hay que tomar nota del punto exacto en que deja de gotear el combustible por el cuello de cisne para poder controlar el punto exacto de la carrera de ascensión del émbolo, en este primer elemento y que corresponde al inicio de la inyección. Se mantiene fija esta posición y se desplaza el anillo graduado de puesta en fase que el banco posee hasta que su cero quede frente al índice fijo. En la figura 3 tenemos este aparato de comprobación. El anillo graduado de puesta en fase (1) debe hacer coincidir el momento indicado con el índice fijo (5).

Después de esta primera toma de referencia se pasa a montar el cuello de cisne en el siguiente elemento de la bomba de acuerdo con el orden de encendido del motor. Haciendo la misma comprobación el índice fijo (5) y el anillo graduado (1) deben coincidir en la misma posición exactamente que se señaló en la primera prueba. Y de igual modo han de coincidir los restantes elementos. Si ello no es así, será necesario ir corrigiendo ya sea por arandelas calibradas o por el sistema de tuerca y contratuerca la posición de los elementos que no coincidan hasta conseguir una puesta en fase totalmente correcta de todos los elementos.

La comprobación de la puesta en fase por medio de una lámpara estroboscópica es otra solución todavía más precisa que la anterior para llevar a cabo este trabajo, ya que la lámpara estroboscópica no puede cometer posibles

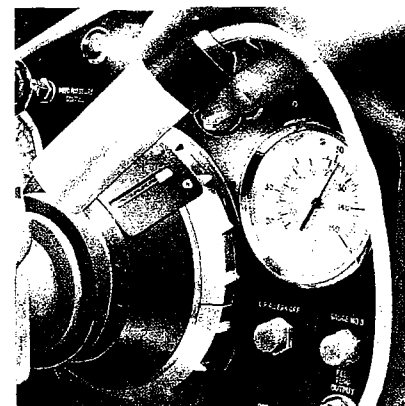


Figura 4. Utilización de la lámpara estroboscópica para la puesta en fase de los elementos de la bomba.

errores de apreciación para determinar el momento exacto del inicio de la inyección. Sin embargo es necesario que el banco de pruebas esté facultado para llevar a cabo esta prueba por sus medios ya que se precisa de la ayuda de unos inyectores disparadores que indiquen el momento del inicio de la inyección por medio de una señal eléctrica. En la figura 4 podemos ver el momento de llevar a cabo una de estas pruebas con la lámpara. Se dirige la luz de ésta sobre un disco graduado que dispone de un índice que nos sirve de referencia para apreciar el valor del ángulo en cada destello de la lámpara estroboscópica. Si hay coincidencia es señal de que la puesta en fase resulta correcta.

La prueba realizada por este procedimiento resulta muy segura porque aquí es el propio banco de pruebas el que arrastra la bomba y reproduce así las condiciones normales de funcionamiento.

Calibrado e igualación de los caudales de cada elemento de la bomba

Para el buen funcionamiento del motor resulta de gran interés que la cantidad de combustible aportado por cada inyección, a una posición igual de la cremallera de dosado, sea lo más exactamente igual posible para cada uno de los cilindros del motor. Cuando las bombas salen de fábrica han sido debidamente verificadas para cumplir con este requisito, pero con el tiempo y las muchas horas de funcionamiento puede haber sufrido movimiento sus ajustes y ya no darse las condiciones deseables en este aspecto. Por ello resulta necesario verificar este caudal por medio del banco de pruebas.

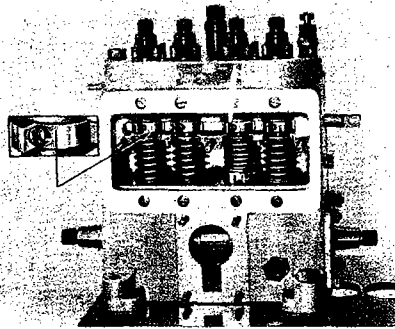


Figura 5. Líneas de ajuste sobre los sectores y las camisas de regulación de una bomba en línea.

Una vez montada la bomba en las condiciones habituales para la comprobación se hace que el caudal suministrado por cada elemento vaya a parar a unas probetas graduadas transparentes, después de un número determinado de inyecciones. En las probetas graduadas se tiene constancia exacta del caudal acumulado por cada inyector y con ello se puede conocer con exactitud no solamente cuál es el elemento que inyecta proporcionalmente mayor caudal sino también la cantidad en que lo hace.

En el supuesto de que se observen irregularidades en el aspecto a que nos venimos refiriendo será preciso reajustar la posición del manguito dentado que acciona la cremallera en aquellos elementos que proporcionen un caudal mayor o menor del esperado. En la figura 5 vemos que se halla señalada con una línea la posición del manguito dentado. Se debe aflojar el tornillo que sujeta el manguito y moviéndolo, de manera que haga variar la posición de la rampa helicoidal del émbolo inyector con relación a la lumbrera de admisión, se podrá ganar o reducir el valor del caudal aportado.

A este respecto hay que indicar que muchas bombas llevan señales de fábrica por medio de las cuales se indica la posición correcta de los manguitos. Por supuesto que si al desmontar la bomba se observa que algún elemento está desajustado, de modo que las señales no coinciden, esa será la causa de la mala sincronización de la bomba. Pero puede darse perfectamente el caso de que las señales coincidan y el caudal proporcionado por la bomba sea incorrecto, anomalía que se ha llegado a producir por el desgaste de las muchas horas de funcionamiento. En este caso conviene ajustar de nuevo la bomba y hacer nuevas marcas para asegurar el montaje y la comprobación de sucesivas verificaciones.

La igualación de los caudales de cada elemento de la bomba debe llevarse

a cabo con los datos proporcionados por el fabricante para el modelo concreto con el que estamos trabajando pues es importante tener los datos del caudal que ha de proporcionar cada elemento y a la velocidad que ha de hacerlo ya que de otro modo se podría caer en el error de tomar como ejemplo un elemento —ya sea el que proporcione mayor o menor caudal— que no sea el correcto, y dejar la bomba demasiado corta o demasiado larga de combustible.

Reglaje del regulador

Todos los bancos van provistos de los suficientes elementos para la comprobación de los reguladores, pero ello es un trabajo que presenta cierta complejidad y que queda en manos de los especialistas. Debido a que los reguladores pueden ser de muchos tipos, con notables diferencias constructivas entre ellos (recordemos que los hay mecánicos centrífugos de máxima-minima, de regulación continua, neumáticos, hidráulicos, etcétera, y aún dentro de ellos de diferentes diseños) sería ahora demasiado extenso describir la revisión en el banco de todos los modelos. Por otra parte, en el momento en que efectuamos el estudio de los reguladores ya indicamos las zonas de reglaje en cada una de las palancas que los forman o en los topes de los recorridos de las mismas, según los casos.

El especialista en la comprobación de las bombas de inyección efectúa operaciones como las siguientes en su verificación de los reguladores: Comprueba que la bomba proporcione el caudal normal a las velocidades de servicio sin que las palancas se vean entorpecidas en su recorrido. Por otra parte, se comprueban también los puntos del principio y final del corte del combustible teniendo en cuenta las velocidades a regular. A estas velocidades a regular se debe ir llegando para ver a qué vueltas comienza a actuar sobre la dosificación y a qué vueltas termina la carrera. La diferencia de estas dos velocidades ya da una idea del grado de irregularidad a las distintas velocidades.

También se requieren otras verificaciones como el caudal de ralentí, que se comprueba a bajas vueltas, y el caudal de tope, que debe proporcionar un caudal de alrededor de un 20 % superior al caudal de plena carga.

El equilibrado de las masas centrífugas suele estar previsto por medio de arandelas de suplemento calibradas que actúan sobre los muelles de las masas centrífugas, pero todos estos trabajos, repetimos, son propios del especialista y van mucho más allá de lo que puede pedirse a un mecánico de motores Diesel.

No todos los bancos van provistos de los suficientes aparatos para la comprobación de todo tipo de reguladores. Ya sabemos que los neumáticos trabajan de una manera muy diferente a los mecánicos y ambos, a los hidráulicos. Solamente unidades muy completas son capaces de proporcionar los suficientes datos para la reparación de todo tipo de reguladores. Por esta razón a veces se encuentran aparatos de comprobación separados del banco que son especialmente adecuados para las verificaciones de otros tipos de reguladores.

Control del funcionamiento del avance automático

Esta operación se suele efectuar con la ayuda de un estroboscopio por medio del cual, y durante el giro de la bomba, se puede comprobar la curva de avance. Con la ayuda de este aparato la operación resulta bastante sencilla. Durante el montaje del disparador del estroboscopio hay que tener la precaución de colocar éste lo más cercano posible a la bomba de inyección para evitar los fenómenos estáticos que se producen debido a la longitud de las tuberías. Posteriormente, los destellos de la lámpara irán determinando el grado de avance a cada una de las r/min de la bomba que se establecen en la prueba. Estos datos deben poseerse del fabricante.

Control del funcionamiento de la bomba de alimentación

Si por cualquier circunstancia la bomba de alimentación ha tenido que ser desmontada resulta del todo necesario proceder a la comprobación y ajuste de su funcionamiento. Los bancos van provistos de dispositivos para llevar a cabo esta verificación. Estos dispositivos permiten el control de la corrección en el funcionamiento de la bomba especialmente en lo que respecta a la aspiración, a la presión de impulsión y, en algunos modelos, incluso al caudal, datos que hay que cotejar con los proporcionados por el fabricante de la bomba en concreto para determinar su buen estado.

Determinación o cálculo del punto de inyección al primer cilindro

Para efectuar la puesta a punto de un sistema de inyección con un motor es preciso conocer con toda exactitud dos datos iniciales: De una parte dónde está el PMS del émbolo del primer cilindro del motor (para a través de este punto exacto poder darle los grados de avance exactos en los que debe iniciarse la combustión). Por otra parte hemos de conocer con no menos exactitud el momento en que la bomba de inyección está preparada para lanzar la inyección de su primer elemento que ha de alimentar a este primer cilindro que ya tenemos en su punto de avance inicial. La sincronización de estos dos puntos es lo que recibe el nombre de puesta a punto de la inyección. En este aspecto la puesta a punto es semejante a lo que ocurre en los motores de gasolina con el encendido: el émbolo del primer cilindro hay que colocarlo en sus grados de avance y en este momento los contactos del ruptor deben separarse para producir la inducción en la bobina, de modo que una chispa de alta tensión salte entre los electrodos de la bujía. Continuando con esta comparación podríamos decir que el distribuidor es como la bomba de inyección y hemos de saber cuál es el punto de inicio de la inyección para determinar su sincronización con el giro del motor.

De acuerdo con ello, después de haber desmontado una bomba o de haberla modificado en su posición de caudal convendrá efectuar unas marcas



Figura 6. Bomba de inyección preparada para su puesta a punto.

que determinen con toda exactitud el punto de inicio de la inyección para el primer cilindro ya que, como se verá, a partir de este dato, se procederá a su posterior sincronización con el motor térmico.

En las bombas en línea o múltiples existen varios procedimientos para determinar el punto exacto de inyección en las condiciones a que nos estamos refiriendo. Uno de ellos se lleva a cabo por la utilización de un cuello de cisne, y es el más corriente aunque hay otros que se llevan a cabo con la ayuda de un tubo visor capilar. Veamos el primero de estos procedimientos.

En la figura 6 tenemos el montaje típico para una de estas pruebas. Al primer elemento de la bomba de inyección se le ha montado un cuello de cisne (1) después de haber desmontado previamente el racor y la válvula de impulsión para facilitar la salida del gasóleo que llega a la bomba desde el orificio de alimentación gracias al acoplamiento de un depósito auxiliar (2) que contiene el combustible.

En estas condiciones se coloca el elemento número 1 de la bomba, en el que se ha montado la herramienta del cuello de cisne, en su posición de PMI y la cremallera en su posición de caudal máximo asegurándose de que se mantenga en esta posición. Ahora ya se puede abrir el grifo del depósito auxiliar por lo que el combustible saldrá por el cuello de cisne con un chorro conti-

nuo, del modo que muestra el dibujo A de la figura 2. En un primer momento podrá salir con burbujas de aire, pero hay que esperar a que salga con un chorro compacto para hacer girar lentamente el eje de levas de la bomba en su sentido de giro de funcionamiento hasta que llegue el exacto momento en que, por el cuello de cisne el chorro no solamente se reduzca sino que lleguen a salir solamente unas gotas (dibujo B de la figura 2) y con una periodicidad de entre 15 y 20 segundos de una a otra. Cuando este goteo se produzca de este modo estamos en el punto exacto del inicio de la inyección de esta bomba ya que es el momento en que el pistón inyector obtura la lumbrera de entrada del combustible.

En este punto conviene hacer una marca que nos servirá para conocer con toda exactitud el inicio de la inyección en el primer elemento y que automáticamente corresponderá a todos los restantes de la bomba.

El trabajo puede darse por acabado con la señalización de las marcas. Sin embargo hay que tener en cuenta que algunas bombas de inyección en línea pueden estar construidas de manera que el principio de la impulsión sea variable mientras el final de la impulsión sea fijo. Las bombas de este tipo deben calarse por el mismo procedimiento que acabamos de explicar con la variante de que hay que seguir girando el eje de levas cuando ya se haya encontrado el principio de la inyección y observar, por el cuello de cisne, la salida del combustible correspondiente a la inyección completa. Cuando cesa de salir el líquido la bomba se encontrará al final de la impulsión y este será el calado de estas bombas.

En lo que respecta a las bombas rotativas ya veremos en el próximo apartado la forma de efectuar directamente su calado al motor. Hasta aquí nos hemos estado refiriendo a los trabajos efectuados en el banco para las revisiones y puesta a punto de las bombas, cosa que hemos hecho de una manera simplemente orientativa para el mecánico, pero ahora, a continuación, vamos a ver ya la puesta a punto de la inyección con el motor, que es la segunda de las partes en que dividimos este estudio desde el principio del capítulo.

Puesta a punto en el motor

La última parte de lo que acabamos de explicar enlaza con lo que va a decirse en esta parte. Allí ya quedó claro cuál es el objeto de la puesta a punto y la forma como la bomba de inyección ya nos viene determinada con sus marcas de puesta a punto. Ahora hay que aplicarla al motor y ello es nuestro objetivo en este momento.

Antes de continuar debemos dividir este estudio en dos partes diferentes que vienen determinadas por la puesta a punto de las bombas en línea y la de las bombas rotativas ya que el procedimiento en ambos casos es diferente y requiere un estudio por separado. Vamos a comenzar primero con el estudio de la puesta a punto de las bombas en línea ya que enlaza con lo que se acaba de explicar en el anterior apartado.

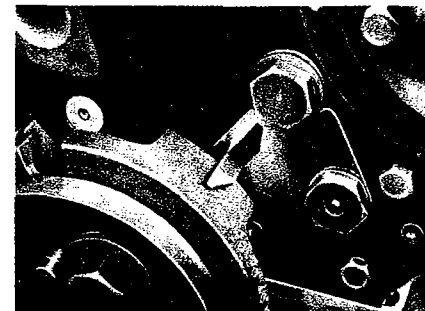


Figura 7. Marcas e índice de referencia sobre el disco equilibrador del cigüeñal para la puesta a punto.

Puesta a punto de las bombas en línea con el motor

Esta operación guarda gran similitud con la puesta a punto que se realiza con los motores de explosión con la diferencia de tener que trabajar con la bomba de inyección en vez de hacerlo con el distribuidor. Por lo tanto se precisa conocer de antemano el avance inicial ya sea en grados o en milímetros que el motor en concreto tiene de acuerdo con su diseño, dato que siempre figura en el manual de taller del motor proporcionado por el fabricante. Una vez conocido este dato se busca la carrera de compresión del primer cilindro y antes de llegar a su PMS, en la cantidad de grados determinada, se detiene el émbolo de modo que el motor queda preparado para la sincronización de la inyección. Pongamos un ejemplo para mayor claridad. Supongamos que el manual de taller nos indica que el avance inicial de calado de un motor es de 25 grados antes del PMS. En la figura 7 tenemos un ejemplo de marcas indicadoras en un motor de la marca MERCEDES que se hallan colocadas sobre el disco equilibrador del cigüeñal y que se enfrentan a cada giro con un índice fijo que señala el estado de la carrera en que se encuentra el émbolo. Aquí hay señales que indican el mismo PMS y luego, 10, 20, 30 etc. grados antes del PMS con señales intermedias para conocer con exactitud la posición del citado émbolo. Se trata pues de enfrentarse al índice a la señal que corresponda a los 25 grados antes del PMS para tener en condiciones de sincronización al motor.

Por otra parte se prepara la bomba de inyección de forma que coincidan las marcas de principio de inyección que ya vimos le fueron colocadas cuando se hizo la revisión de la bomba fuera del vehículo. En esta posición se procede a la colocación de la bomba en su lugar de ubicación en el motor. En la figura 8 tenemos el extremo de una bomba en la que se halla señalado o marcado

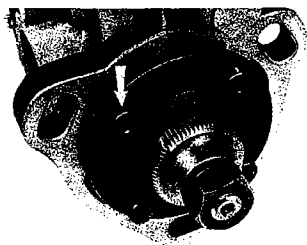


Figura 8. Marca en uno de los dientes de la corona de arrastre que coincide con la posición de un tornillo (señalado por la flecha).

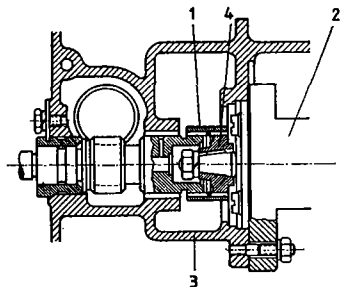


Figura 9. Sección del acoplamiento de una bomba de inyección con el eje de arrastre. 1, casquillo de acoplamiento. 2, bomba de inyección. 3, bloque. 4, corona de arrastre.

uno de sus dientes de la corona de arrastre coincidiendo con la posición de un tornillo para conocer con exactitud la posición de inicio de la inyección.

El esquema de un acoplamiento típico de estas bombas en línea lo tenemos ahora en la figura 9. En 2 tenemos la bomba de inyección que se acopla al bloque (3) por medio de tornillos. La corona de arrastre que vimos en la figura 8, la tenemos aquí señalada con el número 4 y se encaja con el elemento tractor a través de otro engranaje de igual número de dientes que se sujeta por medio de un casquillo (1) de acoplamiento. Hay que cuidar, al realizar esta operación de acoplamiento que el casquillo se encuentre correctamente montado, pero los espárragos o tornillos de sujeción de la bomba deben coincidir con el centro de sus orificios ovalados y no con alguno de sus extremos, y deben montarse sus arandelas correspondientes y sus tuercas hexagonales ligeramente apretadas por el momento.

La causa de este montaje provisional es porque, si bien teóricamente el montaje ya debería ser correcto, en la práctica es posible que se tengan que hacer modificaciones muy ligeras en la posición de la bomba, para lo cual dispondremos de la posición relativa que ofrecen los orificios ovalados de sujeción que vimos en la figura 8, con relación a la posición de anclaje que los tornillos presentan. En efecto: una puesta a punto no puede darse por buena si no se tiene la certeza de que la inyección se inicia exactamente en el punto de los grados de avance que el émbolo del motor requiere, de modo que resulta imprescindible volver a hacer la prueba con la herramienta del cuello de cisne para tener la absoluta seguridad del momento en que se produzca el inicio de la inyección. Ello quiere decir que hay que sacar el empalme del primer elemento de la bomba, retirar la válvula de impulsión y atornillar en

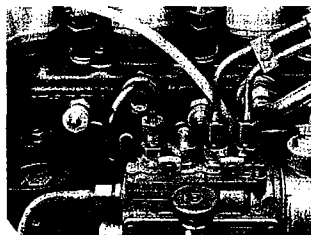


Figura 10. Montaje del cuello de cisne en el primer elemento de la bomba para efectuar su puesta a punto.

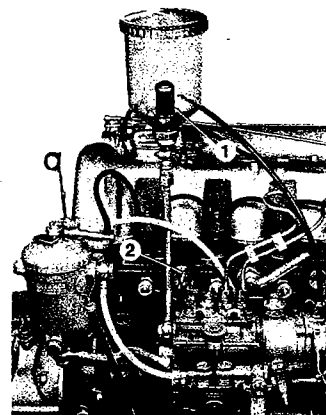


Figura 11. Después de desmontar el racor de entrada de combustible a la bomba de inyección, se procede a sustituirlo por un depósito auxiliar (1). En 2 tenemos ya montada la herramienta de cuello de cisne para llevar a cabo la comprobación.

cuello de cisne, del mismo modo que se muestra en la figura 10, y preparar además la bomba con un recipiente auxiliar de combustible acoplado a la entrada de alimentación, del mismo modo que ya describimos al hablar de esta operación con la bomba independiente del motor. En la figura 11 podemos ver este montaje típico en donde, en 1, se ha señalado el depósito auxiliar y en 2, la herramienta de cuello de cisne. Antes de comenzar a realizar la operación de puesta a punto se deberá tener la seguridad de que la palanca de ajuste y barra cremallera se hallen en posición de plena carga.

Una vez realizados todos los preparativos anteriores se hace girar el cigüeñal en su sentido de giro, con cuidado y lentamente, hasta conseguir el goteo que ya se describió en el cuello de cisne. Esto nos indicará con toda exactitud el momento del inicio de la inyección. En este punto se comprueba que el indicador que se enfrenta con el disco equilibrador del cigüeñal coincida con la señal de los 25 grados de adelanto antes del PMS en la carrera de compresión.

Si se produce esta coincidencia con exactitud puede decirse que la inyección está perfectamente sincronizada. Sin embargo es buena norma hacer ex-

tensiva la comprobación a una segunda prueba que consistirá en hacer girar el cigüeñal dos vueltas más siguiendo siempre el sentido de giro para ver si en una segunda inyección también hay coincidencia. Para ello, al llegar al PMS de la segunda vuelta, se extremará el cuidado y la lentitud en el giro del cigüeñal observando la reacción del cuello de cisne. En el momento del goteo se comprueba de nuevo el índice y si coincide a los 25 grados, que es el ejemplo de ajuste que hemos puesto en este motor, podrá tenerse la seguridad de que la puesta a punto es correcta.

Si no coincidiera, tanto en la primera como en la segunda vuelta, entonces puede accionarse la bomba aflojando las tuercas que provisionalmente la fijaban, y se puede hacer girar ligeramente la bomba a través de los orificios ovalados que vimos en la figura 8 lo que supone adelantar el comienzo de la inyección o retrasarla según se gire a izquierda o a derecha con un pequeño juego que debe ser suficiente para que su calado sea correcto. Para hacer esta nueva comprobación se acude al mismo procedimiento que ya conocemos, es decir, a girar lentamente el cigüeñal observando el momento del goteo del cuello de cisne y comprobando a continuación la indicación del índice.

Cuando se haya encontrado el punto exacto, o que esté dentro de la tolerancia proporcionada por el constructor del motor, se procederá al apretado firme de las tuercas hexagonales de fijación de la bomba consiguiendo que ésta no haga movimiento, con lo que la operación de calado podrá darse por terminada en esta primera parte.

Acto seguido se tendrá que proceder a desmontar el depósito auxiliar y unir en el racor de entrada de la bomba el tubo de alimentación, generalmente procedente del filtro principal. De igual modo se sacará la herramienta de cuello de cisne, se colocará la válvula de impulsión con la mayor limpieza posible, y se colocará el tubo de alimentación del primer inyector apretando convenientemente el racor de unión.

Llegados aquí es preciso hacer algunas precisiones que todo operario ha de tener en cuenta cuando realice estas operaciones. En primer lugar, el motor ha de hacerse girar siempre en su sentido normal de giro y nunca a la inversa pues podría perjudicarse el regulador mecánico en sus masas centrífugas. En segundo lugar, los fabricantes recomiendan siempre el uso de llaves dinamo-métricas para conseguir el apretado correcto de tuercas y racores. Un apriete excesivo puede perjudicar a la bomba y un apriete exiguo puede ser causa de fugas o entradas de aire que hagan el funcionamiento del circuito irregular. Por ello se recomienda el uso de determinados pares de apriete que se facilitan en el manual de taller del motor en concreto. En tercer lugar, y por último, cabe hacer la advertencia que esta puesta a punto también puede hacerse sin utilizar el depósito auxiliar que hemos visto en la figura 11. De hecho, cuando la bomba no ha sido desmontada del motor y se quiere comprobar el buen estado de la sincronización puede sustituirse el depósito auxiliar por el sistema de abrir el tornillo de purga del filtro principal (del modo que se estudió en la figura 37 del pasado capítulo 7). En este caso el combustible que queda en el circuito da para una o dos comprobaciones con el cuello de cisne montado del modo que se vio en la figura 10. Cuando el combustible se acaba en la

prueba se ha de proceder al rellenado del filtro por medio de la bomba manual de alimentación.

La operación de puesta a punto finaliza con el sangrado del circuito de combustible de la bomba de la forma que ya se indicó en su momento, y con el montaje de los cables del arrancador y parada o stop en la palanca de la bomba de inyección. También se tendrá que comprobar que los tubos de impulsión que trasladan el combustible a los inyectores después de la bomba estén bien colocados, de modo que no obstaculicen una posible necesidad de extracción de las bujías de precalentamiento.

Como comprobación final se deberá poner el motor en marcha y verificar que la estanqueidad de todas las uniones de la bomba y de sus racores sea completa no sólo a régimen de marcha en vacío sino también a régimen máximo tanto a plena carga como sin ella.

Con esto se da por terminado el trabajo de puesta a punto de una bomba de inyección en línea. Pasemos a continuación a ver la forma de llevar a cabo esta misma operación con una bomba rotativa.

Puesta a punto de las bombas rotativas con el motor

Cuando, en su lugar correspondiente, estudiamos la constitución de las bombas rotativas ya vimos que existen dos sistemas bien diferenciados de bombas de este tipo constituidos por los diseños básicos de la casa inglesa CAV y por los llevados a cabo por la casa alemana BOSCH. Estos diferentes diseños comportan también una diferente forma de llevar a cabo la puesta a punto general de estas bombas de modo que nos va a ser necesario distinguir el trabajo que hay que llevar a cabo con uno u otro modelos. Para explicar la puesta a punto vamos a comenzar primero por el sistema de llevarlo a cabo en las bombas de la marca CAV, y especialmente del modelo DPA, cuya constitución ya describimos en otro lugar, y que, como se dijo allí, es uno de los modelos más corrientes en la versión de las bombas rotativas utilizadas hasta el momento.

Puesta a punto de las bombas CAV, modelo DPA

Estas bombas poseen una llamada «tapa de inspección» que se encuentra en la parte lateral de las mismas. Generalmente esta tapa va precintada por el fabricante para asegurarse de que la bomba no es manipulada a menos que no lo sea por un servicio oficial para con ello dar servicio durante el periodo de garantía. Sin embargo, para la puesta a punto de la inyección resulta necesario tener acceso a las señales marcadas en el interior del modo que vamos a ver.

En la figura 12 se presenta un dibujo en el que se destaca la posición de la tapa de inspección desmontada con las letras y marcas que se observan en el interior de la bomba para facilitar su puesta a punto. La forma de proceder será la siguiente:

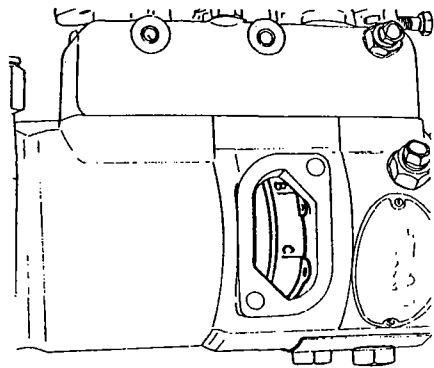


Figura 12. Aspecto de una bomba DPA una vez desmontada la tapa de inspección mostrando sus marcas interiores de puesta a punto.

En primer lugar se gira el motor hasta que el émbolo número 1 se encuentre en su posición PMS y durante el tiempo de compresión. (A este respecto hay que tener cuidado a lo indicado por el manual del taller pues se da con frecuencia el caso de que algunos motores hagan la puesta a punto desde el cilindro número 4, tal como ocurre en los motores Diesel grandes de la marca PEUGEOT.)

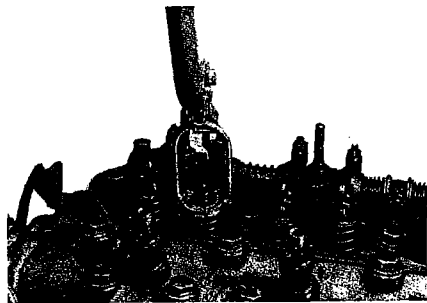


Figura 13. Desmontaje completo de la válvula de escape del primer cilindro para proceder a la puesta a punto de la inyección.

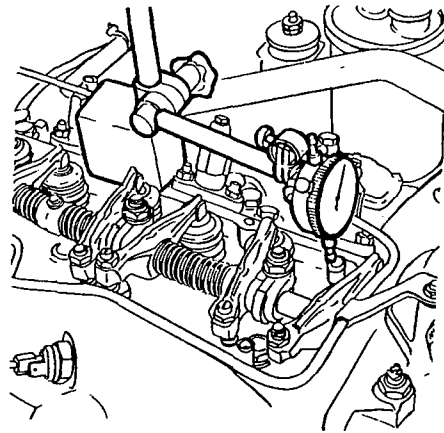


Figura 14. Colocación de un comparador en el extremo de la cola de la válvula de escape para comprobar por medio de su movimiento la situación exacta del émbolo en su carrera.

Acto seguido y después de haber desmontado la tapa de balancines, se afloja el tornillo de ajuste de la válvula de escape del citado cilindro número 1, se desplaza el balancín a un lado en su eje de balancines y queda a la vista la cola de la válvula de escape. La operación siguiente va a consistir en desmontar el muelle de la válvula por el procedimiento habitual y que puede verse en la figura 13. Una vez retirado el muelle, como quiera que el émbolo lo tenemos en PMS, la válvula cae pero su cabeza se apoya sobre la cabeza del émbolo sosteniéndose de esta manera.

Ahora conviene efectuar el montaje de un comparador cuyo palpador se apoye sobre la cabeza de la válvula libre. Esto es lo que se está haciendo en la figura 14. Recordemos que el émbolo lo tenemos en el PMS de modo que la válvula va a servirnos para conocer los mm de desplazamiento del émbolo en su carrera y para indicarnos el punto de avance inicial con toda exactitud. Así pues, manteniendo el émbolo en PMS colocamos el reloj del comparador a cero ya que nos hallamos en el punto de máxima elevación.

Para encontrar el momento exacto del avance inicial de inyección se ha de conocer previamente los milímetros de la carrera del émbolo a que debe producirse, dato proporcionado en los datos técnicos del motor en concreto. Suponiendo, por ejemplo, que esta cifra pueda establecerse en 0,80 mm según los datos proporcionados por el constructor, se gira el motor en dirección contraria a la de su rotación normal una cantidad como de 10 ó 12 mm y luego se recupera lentamente, en la dirección de giro propia del motor en funcionamiento hasta que el reloj del comparador señala los 0,80 mm requeridos en esta operación de puesta a punto. Con ello se eliminan los posibles

juegos internos del tren alternativo que pudieran dar una lectura falsa de la medición y ésta se hace solamente en sentido contrario de giro.

En el momento en que, por medio del comparador, hayamos determinado el punto correcto de la carrera del émbolo se deberá mirar a través de la tapa de inspección de la bomba para comprobar si la marca «C» en el rotor de la misma queda alineada con el extremo recto del anillo de reglaje, tal como hemos visto en la pasada figura 12. Si esto es así, el reglaje de la bomba es correcto, pero si no hay coincidencia quiere ello decir que la sincronización deberá revisarse del modo que vamos a ver a continuación.

Para ajustar perfectamente la bomba hasta el punto correcto de inyección se deben aflojar las tuercas de sujeción de la bomba, una de las cuales vemos en la figura 15 señalada con la letra T, y mover ligeramente la bomba dentro del espacio que queda en el orificio ovalado en el que se aloja el espárrago de la citada tuerca (T) hasta conseguir que coincidan la marca «C» con el extremo recto del anillo de reglaje, en cuyo momento se aprietan las tuercas hexagonales y la bomba queda sincronizada exactamente con el giro del motor, en el supuesto de que conservemos la medida de la carrera del émbolo en las condiciones indicadas al principio y perfectamente señaladas por el reloj del comparador.

Si con el pequeño movimiento del espárrago en el orificio ovalado de sujeción no se consiguiera la coincidencia de las marcas en la bomba, ello sería causa de un mal montaje de la misma a través de su engranaje de arrastre (2, en la figura 16) el cual pudo haber sido mal calado con respecto a los demás engranajes de la transmisión. Como que estos engranajes van provistos de marcas de coincidencia conviene comprobar que estas marcas se hallen alineadas todas en un momento determinado de su giro que lo indicaría el estado de sincronización de cigüeñal-distribución y bomba de inyección.

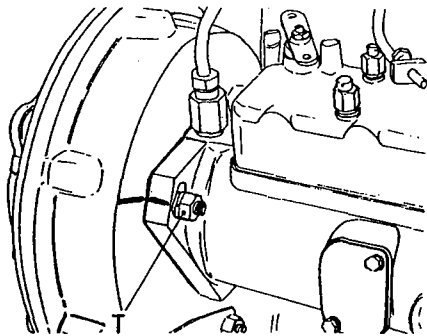


Figura 15. La tuerca (T) de sujeción de la bomba puede desplazarse dentro de su orificio ovalado dando la posibilidad de modificar la posición de la bomba con respecto a su calado con el eje de accionamiento.

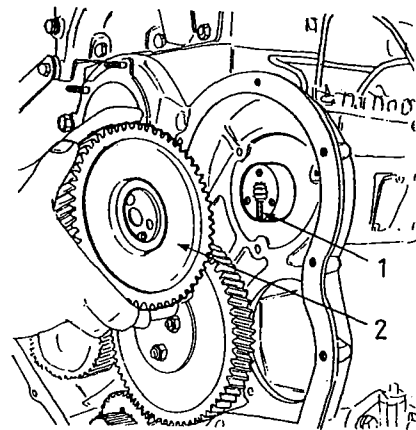


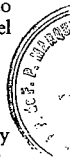
Figura 16. El extremo de la bomba (1) se debe ajustar al engranaje de arrastre (2) el cual debe estar a su vez calado con el resto de los engranajes de la distribución y el piñón de salida del cigüeñal.

Una vez ajustadas las marcas en la bomba y apretadas las tuercas del modo que se ha indicado, la puesta a punto puede considerarse acabada. Se precisa desmontar el comparador y proceder al montaje del muelle de la válvula, con su platillo, semiconos, etcétera y ajustarla al balancín correspondiente. No hace falta decir que, utilizando este procedimiento, hay que tener muchísimo cuidado de que el motor no mueva el cigüeñal y con ello desplace el émbolo del cilindro donde se halla la válvula de escape desmontada pues podría llegar a darse el caso de que la válvula cayera al interior del cilindro. Ello significaría un trabajo adicional importantísimo consistente en el desmontaje de la culata para recuperar la válvula caída. De modo que hay que asegurarse de que el émbolo solamente pueda moverse unos pocos milímetros.

La utilización del comparador para conocer el movimiento exacto del émbolo es la forma más precisa de puesta a punto; sin embargo hay motores que lo hacen más fácil con marcas en el volante. En realidad estas bombas de inyección se ponen a punto, como puede verse, de un modo muy parecido a como se hace en los motores de gasolina con el distribuidor, es decir, el giro del mismo determina la puesta a punto.

Puesta a punto de las bombas del tipo DPC

En los motores modernos ligeros que equipan a los automóviles son muy corrientes las bombas de inyección de la misma marca inglesa, o de sus filia-



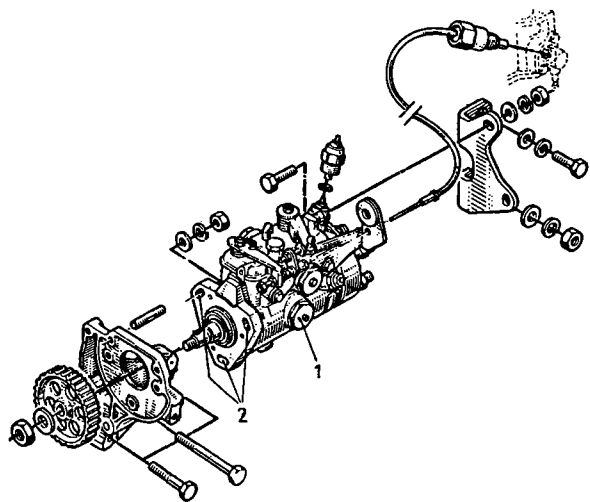


Figura 17. Bomba de inyección rotativa de la marca ROTO-DIESEL. 1, tapa de inspección. 2, orificios ovalados de fijación.

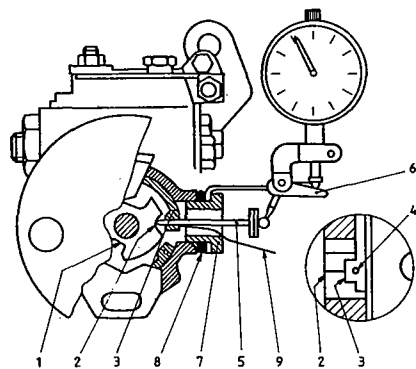


Figura 18. Montaje del comparador con una herramienta de soporte especial a través del orificio de inspección.



Figura 19. Así queda en la realidad el montaje de la figura anterior.

les, del tipo DPC que es una variante del tipo DPA ya descrito. Sin embargo, la puesta a punto difiere en el procedimiento del explicado para la DPA por lo que nos vemos obligados a extendernos un poco más en este aspecto y hacer una nueva descripción de la puesta a punto de estas bombas.

En la figura 17 se muestra el aspecto exterior de una bomba de este tipo de la marca ROTO-DIESEL. En lo que respecta a la puesta a punto hay que destacar la tapa de inspección (1) y los orificios ovalados de fijación (2) que nos van a proporcionar la base de las comprobaciones de calado de la bomba y también su posicionado del modo que vamos a ver.

En primer lugar tendremos que proceder al desmontaje de la tuerca (1) que constituye la tapa de inspección para la puesta a punto de esta bomba. Luego será necesario proceder al montaje de un aparato especial provisto de comparador, cuyo esquema se muestra en la figura 18. Resulta importante comprender bien esta figura para entender la puesta a punto de esta bomba, cosa que puede resultar fácil ya que el dibujo está seccionado y muestra el interior de la bomba con su rotor (1). Este rotor posee una forma especial con una rampa (2) que es la que indica el punto exacto del inicio de la inyección. Por otra parte, consta de una arandela Seeger (3) que además de su función sujetadora está colocada de una manera precisa para que su orificio (4) sirva de orientación a un palpador especial de comprobación (5) haciendo las veces de guía para buscar el punto de la rampa (2) que indica el inicio de la inyección. Es muy importante no forzar la posición de esta arandela Seeger (3) pues es la base de una buena puesta a punto.

Por otra parte se dispone de todo el soporte que ha de servir para sujetar al comparador y que consta de una serie de palancas (6) sujetas a una tuerca del mismo paso a la de la tapa de inspección que retiramos (se ha señalado esta tuerca con el número 7 en la figura 18) la cual va provista además de su correspondiente arandela (8) para su buen ajuste en el orificio. Por último, cabe destacar la presencia de la aguja (9) que facilita la operación de comprobación. En la práctica este utillaje puede verse en su totalidad en la figura 19 montado ya sobre una bomba de inyección de este tipo.

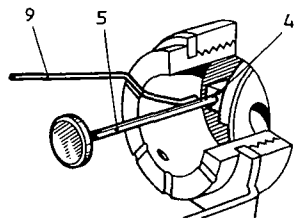


Figura 20. Detalle del catado de la bomba ayudándose del palpador especial de comprobación (5). Por medio de la aguja (9) se puede retirar al palpador de su ajuste en el orificio (4) de comprobación.

La forma de operar para la puesta a punto, después de haber efectuado el montaje del utillaje que se ha descrito en la figura 18, se lleva a cabo del siguiente modo: En primer lugar hay que encontrar la posición más baja de la rampa (2) a la que se ajuste el palpador (5) del modo que se representa en la figura. Para ello se moverá la bomba pero con mucho cuidado de que el palpador se encuentre conectado con el rotor (1) cuando la bomba se esté accionando pues podría romperse. Por esta razón dispone de la aguja (9) que retira el palpador de su unión con el rotor cuando se coloca del modo que se ha dibujado en la figura 20, posición que debe adoptar siempre que la bomba se esté moviendo.

Una vez localizada la rampa (2, en la figura 18) hay que conseguir, por medio del reloj del comparador, encontrar el punto más bajo de la misma, con lo cual tendremos el punto exacto del inicio de la inyección por parte de la bomba.

Por otro lado esta operación se habrá hecho con el cilindro número 1 del motor manteniendo el émbolo en el tiempo de compresión y en las proximidades del PMS. La coincidencia del punto de inyección de la bomba con las marcas de puesta a punto del volante del cigüeñal o con la medición de su carrera del modo indicado por el fabricante, nos dará la seguridad de que el calado de la bomba es correcto o no, según la posición resultante.

En el caso de que no lo sea se puede modificar la posición de la bomba con respecto a su rotor a través de las tres tuercas de fijación y los orificios ovalados de ubicación (tal como vimos en 2 de la figura 17) con lo que se puede obtener la corrección suficiente para conseguir una correcta puesta a punto.

Con esto terminamos con la descripción de la puesta en fase de las bombas de la marca CAV y sus derivadas y pasemos al estudio de las de la marca alemana BOSCH.

Puesta a punto de las bombas Bosch VE

Cuando estudiamos la constitución de las bombas rotativas ya vimos que las de la marca BOSCH trabajan de un modo diferente a las que acabamos de

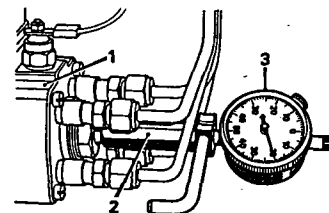


Figura 21. Adaptación de un comparador a la cabeza de una bomba de inyección de la marca BOSCH para comprobar la posición exacta del pistón inyector de estas bombas. 1, bomba de inyección. 2, adaptador. 3, reloj comparador.

describir. Por lo tanto también su puesta a punto ha de presentar ciertas diferencias. Vamos a estudiarlas a continuación.

Dado el hecho de que las bombas BOSCH trabajan por medio de un pistón inyector, y dado el hecho de que la medición del inicio de la inyección ha de hacerse a través de este pistón, estas bombas van provistas de un tornillo central que puede ser sustituido por un adaptador al que se le coloca un comparador, por medio del cual se conoce exactamente el movimiento del citado pistón inyector. En el pasado capítulo 6 pudimos ver la posición de este tornillo en las figuras 25 y 29 entre otras, y ahora, en la figura 21 tenemos representada la cabeza de una bomba rotativa de este tipo (1) de la que ha sido retirado el tornillo central y ha sido sustituido por el adaptador (2) a cuyo extremo se encuentra el reloj comparador (3) que va a servirnos para localizar la posición correcta del pistón inyector.

La puesta a punto puede llevarse a cabo por medio del sistema del desmontaje de la válvula de escape en el primer cilindro cuando se trata de motores que así lo indica el fabricante, o bien por medio de marcas en la polea del cigüeñal, al igual que ocurre con los motores de gasolina. En este segundo caso la puesta a punto es muy sencilla. Se coloca el émbolo del cilindro número 1 en PMS de su carrera de compresión. Luego se gira en sentido contrario observando en el comparador el punto donde se encuentra el PMI del pistón inyector de la bomba de inyección. Cuando se sabe seguro, por la indicación del reloj del comparador cuál es el PMI citado, se pone a cero el comparador.

A continuación se comienza a subir lentamente el émbolo del motor hasta conseguir que la marca de la polea del cigüeñal y la indicación del avance inicial de la inyección coincidan perfectamente, tal como es el caso dibujado en la figura 22, que en este motor en concreto se establece a 25 grados antes del PMS.

En esta posición hay que mirar lo que indica el comparador montado sobre la bomba ya que su indicación ha de corresponder exactamente a la medida proporcionada por el fabricante del motor y que forma parte de los datos de reglaje. Si, por ejemplo, en esta posición, el fabricante autoriza un movimiento del pistón inyector de 0,30 mm y esta es la posición que marca

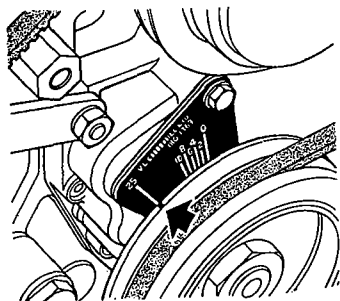


Figura 22. Marcas de puesta a punto en la polea del cigüeñal y en la placa fija. La flecha indica el punto de puesta a punto de la inyección en este motor determinado.

el reloj del comparador la puesta a punto será correcta. Si no fuera así se haría necesario actuar sobre los tornillos de fijación de la bomba (figura 23) aflojando las tres tuercas (A) y girando ligeramente la carcasa de la bomba hasta que la lectura del comparador sea la correcta, momento en que las tuercas deben apretarse para que quede en fase con el motor.

Generalmente las bombas llevan unas marcas (B) entre su carcasa y la parte fija del motor sobre la que se apoyan. Estas marcas, cuando coinciden, indican la correcta posición de la bomba con respecto a la sincronización del motor. Sin embargo, es el comparador el que manda y pueden haberse modificado esta posición, por lo que puede llegar a ser necesario que estas marcas no coincidan para llevar a cabo una buena puesta a punto.

Antes de terminar el tema de la puesta a punto de estas bombas digamos que existen también aparatos electrónicos para la puesta a punto de la inyección los cuales hacen el trabajo, si cabe, todavía más fácil y de gran seguridad y eficacia. En la figura 24 tenemos una pistola estroboscópica para estos fines en los motores Diesel. Consta de unos adaptadores que se conectan al inyector número 1 y desde él recibe las pulsaciones básicas para determinar los destellos de la lámpara estroboscópica. Por este procedimiento no solamente se comprueba el avance inicial de la manera corriente, es decir, aplicando los destellos a la polea de giro del cigüeñal y a sus marcas, sino que puede comprobarse el funcionamiento del avance de inyección.

Otros reglajes para la puesta a punto

Una vez terminados los trabajos de sincronización del giro de la bomba con el giro del motor convendrá también llevar a cabo el ajuste del cable de la marcha en vacío o ralentí y el ajuste del cable del dispositivo de anticataldo.

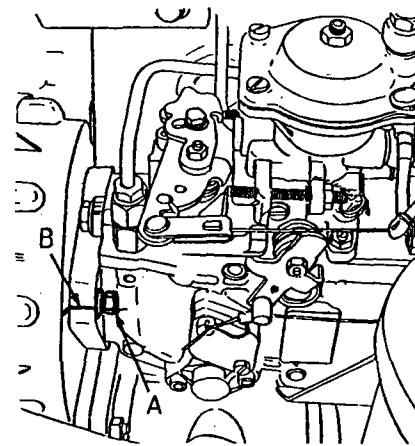


Figura 23. Tornillos de fijación en una bomba Bosch. A, tornillo. B, marcas de puesta a punto que pueden tener que modificarse.

Estos trabajos los vamos a describir muy brevemente a continuación, tomando como ejemplo una bomba ROTO-DIESEL, aunque el trabajo es similar en toda clase de bombas rotativas.

En primer lugar se ha de calentar el motor hasta que alcance su temperatura de funcionamiento pues si no lo hacemos así los resultados pueden falsearse cuando el motor está caliente.

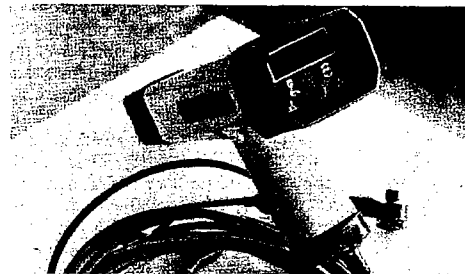


Figura 24. Pistola estroboscópica con captador con la que puede hacerse la puesta a punto del avance de la inyección.

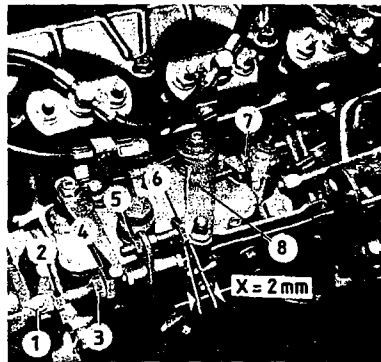


Figura 25. Puntos de reglaje de una bomba de inyección rotativa para conseguir la correcta puesta a punto del ralenti y anticulado.

En la figura 25 tenemos la bomba de inyección rotativa en la que se han señalado las palancas principales y sus cables correspondientes en los que hay que actuar para conseguir el correcto reglaje de cada una de las partes que hemos indicado en este párrafo.

Empecemos por el reglaje del circuito de marcha lenta. Una vez el motor ya caliente se procede a pararlo cuando ya ha alcanzado su temperatura de funcionamiento. En primer lugar se controla que el cable sujeto en 1 no se halle tensado de una manera excesiva, es decir, que no se halle bajo presión. Acto seguido, apoyar a fondo el pedal acelerador y comprobar que la palanca (8) al retornar, se apoye bien sobre el tope (6). Una vez hechas estas operaciones previas se pasa a poner en marcha el motor y se comprueba que mantenga por lo menos las 700 r/min. Esta velocidad hay que conseguirla actuando sobre la contratuerca (2) y sobre el tornillo (1) hasta obtener el régimen de las 700 r/min indicadas por el fabricante. (Este, como los demás datos son puestos ahora como ejemplo para mayor claridad de la explicación, pero deben venir determinados por el fabricante).

Acto seguido se coloca una galga de 2 mm en la cota señalada en la figura, entre el tope (5) y la palanca del acelerador (8). Desatornillar la contratuerca (4) y actuar sobre el tope (5) para obtener ahora una velocidad de régimen de unas 850 r/min, con una tolerancia de 50 en más o en menos (pues se retira la galga de 2 mm) y se aprieta la contratuerca (4).

Ahora conviene acelerar a fondo y dejar que el motor vuelva a su velocidad de marcha lenta por sí solo. Esta operación hay que observarla con atención y realizarla varias veces para ver cómo reacciona el motor. Puede ocurrir que el motor se muestre con un ralenti perfecto, pero también puede pasar alguno de los siguientes dos casos:

El motor se queda en un régimen de marcha en vacío inferior a aquel para el que ha sido reglado y tiene además tendencia a calarse. En este caso hay que actuar sobre el tope de anticulado aflojando la contratuerca (5) y adelantando el tope 1/4 de vuelta con el objeto de modificar la posición de la palanca de aceleración (8).

Otro caso puede ser: El motor cae de régimen demasiado lentamente. En este caso atornillar el tope atrasándolo con respecto a su posición en la palanca de aceleración (8), de forma que se afloja la contratuerca (5) y se atornilla el tope 1/4 de vuelta.

Entre estas dos operaciones hemos de encontrar el punto exacto de la velocidad de marcha en vacío.

En lo que respecta al anticulado se realiza con el motor también caliente y ya con su giro de marcha lenta debidamente reglado. Se comprueba colocando una galga de 2 mm de espesor entre el tope (6) y la palanca de aceleración. Con estos 2 mm el motor debe aumentar de vueltas solamente 100 r/min que hay que sumar a las de régimen de marcha en vacío, pero no más. Repetimos que el caso presentado corresponde a un motor Diesel de automóvil determinado y que estos valores que damos a modo de ejemplo han de ser comprobados en el manual de taller del motor en concreto, porque varía según el motor y en especial su régimen de giro máximo. Cuanto mayor es la velocidad de giro del motor mayor es también su régimen de marcha en vacío.

Con esto damos por terminada esta parte dedicada a la puesta a punto de la inyección.

Puesta a punto de la distribución

La puesta a punto de la distribución en los motores Diesel y en los motores de gasolina no presenta diferencias sustanciales. De hecho se trata en ambos casos de conseguir que el giro del cigüeñal esté sincronizado con el giro del árbol de levas. Por esta razón no vamos a extendernos mucho en la explicación de las técnicas que se llevan a cabo en este trabajo ya que son del dominio de cualquier mecánico que trabaje en los motores de gasolina y la verdad es que este motor y el Diesel no presentan diferencias.

Para llevar a cabo el trabajo de la puesta a punto de la distribución se ha de colocar el émbolo del primer cilindro en su PMS girando para ello el cigüeñal en el sentido de marcha hasta llegar a su posición más alta, que debe coincidir además, con las marcas que en los motores se señalan en el disco equilibrador o polea del cigüeñal y el índice fijo, uno de cuyos ejemplos tuvimos ocasión de ver en la pasada figura 7 de este mismo capítulo.

Por otra parte, el eje de levas debe llevar también unas marcas de referencia de un modo parecido a como se ve en la figura 26 que hay que hacer coincidir. Como puede verse, el extremo del eje de levas va provisto de una arandela de compensación (1) que se une al eje a través de una chaveta y cuya marca debe coincidir con la marca que existe en la pieza de apoyo del eje de

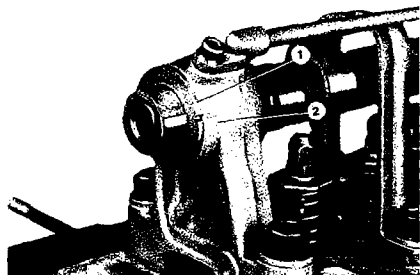


Figura 26. Marcas de referencia sobre el soporte del eje de levas y el extremo de éste en el lugar de la chaveta.

levas. Estas marcas y la posición de PMS del primer émbolo deben coincidir siempre para la puesta a punto quedando ésta automáticamente sincronizada cuando las marcas coinciden.

Para ello se tendrá que colocar la rueda de arrastre dentada coincidiendo con el chavetero del árbol de levas y con la cadena de arrastre coincidiendo a su vez con la rueda del cigüeñal mantenido en la posición de puesta a punto que le hemos señalado. En la figura 27 se ha colocado ya la rueda dentada en el árbol cigüeñal y se está apretando con una llave dinamométrica la tuerca de fijación central en un motor de la marca MERCEDES. Con ello la puesta a punto de la distribución en lo que respecta al árbol de levas ya se puede dar por terminada.

Ahora bien las cosas pueden ser más fáciles o más difíciles según el diseño del motor y la forma como se haya dispuesto el eje de levas. El accionamiento por cadena resulta todavía bastante corriente pero lo es mucho más el accionamiento del eje de levas por medio de engranajes que resultan más silencio-

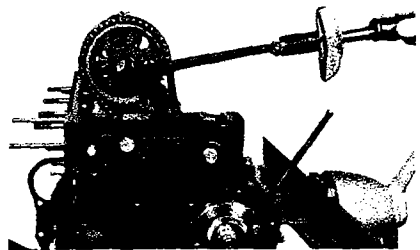


Figura 27. Colocación de la rueda de arrastre del eje de levas y apretado con llave dinamométrica. La cadena va unida al piñón del cigüeñal.

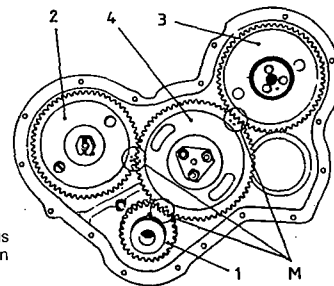


Figura 28. Conjunto de engranajes con sus marcas de puesta a punto respectivas en un motor de la marca PERKINS.

sos y duraderos. En la figura 28, por ejemplo, tenemos los engranajes de un motor de la marca PERKINS. En 1 tenemos el piñón del cigüeñal que va provisto de unas marcas en dos dientes correlativos. Cuando estas marcas (M) se enfrentan a un diente marcado en el engranaje intermedio (4) tal como se ve en la figura tenemos el calado correcto de esta rueda dentada. Del mismo modo, la rueda intermediaria (4) lleva unas marcas que han de coincidir con el engranaje de accionamiento del árbol de levas (2) del modo que las marcas (M) indican. También a su vez la misma rueda intermediaria (4) debe coincidir con las marcas de la rueda de arrastre de la bomba inyectora (3). Como puede verse el piñón del cigüeñal (1) dispone de la mitad de los dientes que las ruedas del árbol de levas (2) y de arrastre de la bomba (3) ya que al tratarse de un motor de cuatro tiempos el cigüeñal gira al doble de la velocidad a que deben hacerlo el citado árbol de levas y la bomba de inyección.

Cuando la transmisión se efectúa por cadena las marcas se encuentran en las ruedas dentadas y también en determinados eslabones de la cadena. Tal es el caso presentado en la figura 29 correspondiente a un motor de la marca PEUGEOT. Aquí tenemos el piñón del cigüeñal señalado en 1. El eslabón (A) de la cadena coincide con una marca que existe en el piñón y que determina el PMS del émbolo del primer cilindro. En este punto la cadena está colocada de modo que establece marcas para las ruedas dentadas del árbol de levas (2) y de arrastre de la bomba de inyección (3). Obsérvese cómo el eslabón (B) en su parte central debe coincidir con el punto marcado en las ruedas dentadas para que éstas tengan los dispositivos a que arrastran en perfecto orden de sincronización.

La rueda dentada (4) constituye el tensor del mecanismo y su presencia no tiene otro objeto que el de mantener la cadena tirante para su mejor accionamiento a cada una de las ruedas dentadas.

Por último hay que aclarar que algunos motores llevan correas dentadas en vez de cadena, las cuales resultan más silenciosas y económicas y presentan también una gran duración.

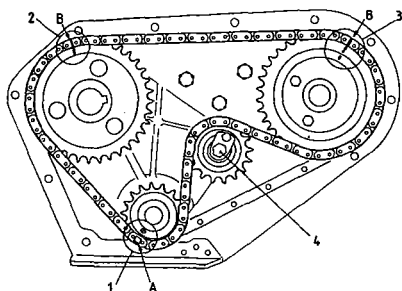


Figura 29. Engranajes con sus marcas de puesta a punto en un motor Diesel de la marca PEUGEOT. La cadena lleva también marcas que han de coincidir. 1, piñón del cigüeñal. 2, engranaje del eje de levas. 3, idem de la bomba de inyección. 4, tensor.

Una buena puesta a punto de la distribución finaliza con la comprobación de la holgura de válvulas y el ajuste de taqués o empujadores, pero esta es ya una operación sobre la que no vamos a hablar por ser también del conocimiento y la práctica de todos los mecánicos.

Con esto damos por terminado este capítulo dedicado a la puesta a punto de los motores Diesel.