



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 268 614**

51 Int. Cl.:  
**F02M 59/36** (2006.01)  
**F02M 63/02** (2006.01)  
**F02M 59/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04425480 .3**  
86 Fecha de presentación : **30.06.2004**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1612402**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **04.01.2006**

54 Título: **Una bomba de caudal variable de alta presión para un sistema de inyección de combustible.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.03.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.03.2007**

73 Titular/es: **C.R.F. Società Consortile per Azioni  
Strada Torino, 50  
10043 Orbassano, Torino, IT**

72 Inventor/es: **Ricco, Mario;  
De Matthaëis, Sisto Luigi;  
Satriano, Annunziata Anna y  
De Michele, Onofrio**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 268 614 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Una bomba de caudal variable de alta presión para un sistema de inyección de combustible.

La presente invención se refiere a una bomba de caudal variable de alta presión para un sistema de inyección de combustible de un motor de combustión interna (US-A-4501246).

Como se sabe, en los motores de combustión interna modernos, la bomba de alta presión se diseña para enviar el combustible a un conducto común (common rail) (denominándose el sistema como sistema de inyección de combustible al conducto común) que tiene un volumen de almacenamiento preestablecido de combustible a presión, para suministrar a una pluralidad de inyectores asociados con los cilindros del motor. Para obtener una atomización apropiada del combustible, esto debe llevarse a una presión muy alta, en la región de 1600 bar en las condiciones de máxima potencia del motor. La presión del combustible requerida en el conducto común en general es definida por una unidad de control electrónica como una función de las condiciones de operación, es decir, las condiciones de funcionamiento del motor.

Se conocen sistemas de inyección en los que una válvula de solenoide de desviación dispuesta sobre la tubería de suministro de la bomba, se controla mediante la unidad de control para drenar directamente el combustible que se ha bombeado en exceso en la cantidad admitida por los inyectores, en el depósito de combustible habitual, antes de que dicho combustible entre en el conducto común.

Como el caudal de la bomba de alta presión depende en general de la velocidad en revoluciones del cigüeñal del motor, debe dimensionarse para conseguir los valores máximos de caudal y presión necesarios para las diversas condiciones de operación del motor. En ciertas condiciones de operación, por ejemplo a la máxima velocidad pero con un suministro de potencia menor por el motor, el caudal de la bomba resulta sobreabundante y el combustible en exceso simplemente se drena al depósito. En consecuencia, estos dispositivos de regulación conocidos presentan el inconveniente de disipar parte del trabajo de compresión de la bomba de alta presión en forma de calor.

Las bombas de caudal variable de alta presión se han propuesto para reducir la cantidad de combustible bombeado cuando el motor funciona a una baja potencia. En una de estas bombas, la tubería de admisión está provista con un dispositivo de regulación de caudal que comprende una restricción con una sección transversal que varía con continuidad, que está controlada por la unidad de control electrónico como una función de la presión necesaria en el conducto común y/o como una función de las condiciones de operación del motor.

En particular, la restricción en la tubería de admisión está suministrada con una diferencia de presión constante  $\Delta P$  de aproximadamente 5 bar, suministrada por una bomba auxiliar. Variando con continuidad el área efectiva de paso se obtiene una modulación de la cantidad admitida por los elementos de bombeo conectados hidráulicamente. La cantidad de combustible aguas abajo de la válvula de solenoide de regulación, es decir, la permitida en la admisión está a una presión muy baja y produce, a caudales bajos, únicamente una baja contribución de fuerza para abrir las válvulas de admisión. En consecuencia, el resorte de

retorno habitual de la válvula de admisión debe ser tal que permita el funcionamiento del mismo incluso a una presión mínima próxima a cero aguas abajo de la restricción. Por un lado, dicho resorte debe calibrarse de una manera muy precisa, de manera que la bomba resulta relativamente costosa y, por otro lado siempre hay el riesgo de que la válvula de admisión no pueda abrirse debido a la presión negativa provocada por el elemento de bombeo en la cámara de compresión correspondiente, de manera que la bomba no funciona correctamente y está sometida en gran medida a deterioro. Además, en cualquier caso, si la bomba está provista con numerosos elementos de bombeo, da lugar a un suministro asimétrico.

El propósito de la invención es proporcionar una bomba de combustible de alta presión con un dispositivo de regulación de caudal que es muy fiable y de un menor coste y que permitirá solucionar los inconvenientes de las bombas de combustible de la técnica conocida.

De acuerdo con la invención, el propósito anterior se consigue mediante una bomba de caudal variable de alta presión para un sistema de inyección de combustible de un motor de combustión interna, que comprende al menos un elemento de bombeo, que está accionado por el movimiento recíproco a través de las carreras de succión y suministro y está provisto con una válvula de admisión en comunicación con una tubería de admisión, y una válvula de suministro en comunicación con una tubería de suministro, caracterizándose dicha bomba porque su caudal está regulado por un dispositivo para regular el combustible suministrado a dicho elemento de bombeo, estando dispuesto dicho dispositivo de regulación sobre dicha tubería de admisión y accionado durante la carrera de succión de dicho elemento de bombeo.

En particular, dichas válvulas de admisión están en comunicación con una tubería de admisión común, y el dispositivo de regulación está dispuesto sobre la tubería de admisión común para los elementos de bombeo y está accionado en sincronismo con cada una de las carreras de succión para cada ciclo de bombeo.

Para entender mejor la invención, se proporciona una descripción de una realización preferida, a modo de ejemplo y con ayuda de los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es un diagrama de un sistema de inyección de combustible en un motor de combustión interna, que comprende una bomba de alta presión con un dispositivo de regulación del caudal de acuerdo con la invención; y

La Figura 2 es un diagrama del funcionamiento del dispositivo de regulación de la Figura 1.

Con referencia a la Figura 1, el número 1 designa en conjunto un sistema de inyección de combustible para un motor de combustión interna 2, por ejemplo con un ciclo diesel de cuatro tiempos. El motor 2 comprende una pluralidad de cilindros 3, por ejemplo cuatro cilindros que cooperan con los pistones correspondientes (no mostrados), que pueden accionarse para hacer rotar el árbol motor 4.

El sistema de inyección 1 comprende una pluralidad de inyectores controlados eléctricamente 5, asociados a los cilindros 3 y diseñados para inyectar en su interior el combustible a una alta presión. Los inyectores 5 están conectados a un acumulador que tiene un volumen preestablecido para uno o más inyectores

5. En la realización ilustrada, el acumulador está formado por el conducto común 6 habitual, al que están conectados todos los inyectores 5.

El conducto común 6 está suministrado con combustible a alta presión mediante una bomba de alta presión denominada, en su conjunto por 7, mediante una tubería de suministro 8. A su vez, la bomba de alta presión 7 está suministrada por una bomba de baja presión, por ejemplo una bomba eléctrica 9 mediante una tubería de admisión 10 de la bomba 7. La bomba eléctrica 9 está dispuesta en general en el depósito de combustible habitual 11, desde el cual sale una tubería de drenaje 12 para el exceso de combustible del sistema de inyección 1.

El conducto común 6 está provisto además con una válvula de solenoide de descarga 15 en comunicación con la tubería de drenaje 12. Cada inyector 5 está diseñado para inyectar, dentro del cilindro correspondiente 3, una cantidad de combustible que varía entre un valor mínimo y un valor máximo, bajo el control de una unidad de control electrónico 16, que puede estar compuesta por la unidad de control del microprocesador habitual del motor 2.

La unidad de control 16 está diseñada para recibir señales que indican las condiciones de operación del motor 2, tales como la posición del pedal acelerador y las r.p.m. árbol motor 4, que se generan por detectores correspondientes (no mostrados), así como la presión del combustible en el conducto común 6, detectada por un detector de presión 17. Procesando dichas señales recibidas mediante un programa apropiado, la unidad de control 16 controla el instante y la duración de accionamiento de los inyectores individuales 5. Además, la unidad de control 16 controla la apertura y cierre de la válvula de solenoide de drenaje 15. En consecuencia, la tubería de descarga 12 dirige hacia el depósito 11 tanto el combustible drenado de los inyectores 5 como el posible exceso de combustible en el conducto común 6, drenado mediante la válvula de solenoide 15.

La bomba de alta presión 7 comprende un par de elementos de bombeo 18, formado cada uno por un cilindro 19 que tiene una cámara de compresión 20, en la que se desliza un pistón 21, que tiene un movimiento recíproco que consiste en una carrera de succión y una carrera de suministro. Cada cámara de compresión 20 está provista con una válvula de admisión correspondiente 25 y una válvula de suministro correspondiente 30. Las válvulas 25 y 30 pueden ser de tipo bola y pueden estar provistas con resortes de retorno respectivos. Las dos válvulas de admisión 25 están en comunicación con la tubería de admisión 10 común a ambas, mientras que las dos válvulas de suministro 30 están en comunicación con la tubería de suministro 8 común a las mismas.

En particular, el pistón 21 está accionado por una leva 22 incluida en un eje 23 para el accionamiento de la bomba 7. En la realización descrita en este documento, los dos elementos de bombeo 18 son coaxiales y opuestos entre sí, y están accionados por una sola leva 22. El eje 23 está conectado al árbol motor 4, mediante un dispositivo de transmisión del movimiento 26, de manera que la leva 22 controla una carrera de compresión de un pistón 21 para cada inyección de los inyectores 5 dentro de los cilindros respectivos 3 del motor 2.

En el depósito 11, el combustible está a presión atmosférica. Durante el uso, la bomba eléctrica 9 com-

prime el combustible a una baja presión, por ejemplo en la región de sólo 2-3 bar. A su vez, la bomba de alta presión 7 comprime el combustible recibido desde la tubería de admisión 10 de manera que envía el combustible a una alta presión, por ejemplo del orden de 1600 bar, al conducto común 6, mediante la tubería de suministro 8.

De acuerdo con la invención, el caudal de la bomba 7 es controlado exclusivamente por un dispositivo de regulación dispuesto sobre la tubería de admisión 10. El dispositivo de regulación está diseñado para activarse en cada ciclo de bombeo en sincronismo con las carreras de succión de los dos elementos de bombeo 18. En particular, dicho dispositivo comprende una válvula de solenoide de cierre 27 del tipo conectada-desconectada, que tiene una sección transversal relativamente amplia de paso eficaz para permitir el suministro suficiente de cada elemento de bombeo 18 durante solo una porción de la carrera de succión correspondiente sin provocar, en dicha porción, ninguna pérdida de presión.

En el diagrama de la Figura 2, cada curva sinusoidal 31 indica la velocidad de un pistón correspondiente 21 como una función del ángulo de rotación del eje 23. Cada curva 31 comprende una semi-onda indicada por una línea continua, correspondiente a la carrera de succión del pistón correspondiente 21, y una semi-onda indicada por una línea discontinua, correspondiente a la carrera de suministro del pistón correspondiente 21.

La válvula de solenoide 27 está diseñada para ser controlada de una manera periódica por la unidad de control 16, como una función de la presión del combustible en el colector 6, y/o de las condiciones de operación del motor 2. En particular, la unidad de control 16 permite la apertura de la válvula de solenoide 27 durante la parte inicial de la carrera de succión 31, y modula con un cierre de continuidad de la propia válvula de solenoide 27 para controlar la duración eficaz  $t$ ,  $t'$  de la fase o parte de succión 32, 32' de dicha carrera 31.

El funcionamiento de conexión-desconexión de la válvula de solenoide 27 permite, aguas arriba de cada cámara de compresión 20, una presión a obtener que es igual a la del cabezal de la bomba eléctrica de baja presión 9, de manera que las conexiones de apertura de las válvulas de admisión 25 están totalmente facilitadas con respecto a la técnica conocida. Como los dos elementos de bombeo 18 están accionados en fases opuestas, el combustible enviado a la bomba 7 a través de la tubería de admisión 10, lo toma únicamente el elemento de bombeo 18 que en ese instante está ejecutando la carrera de succión, mientras que la válvula de admisión 25 del otro elemento de bombeo 18 está ciertamente cerrada, ya que está en la carrera de compresión.

A partir de la descripción anterior, las ventajas del dispositivo para regular el caudal de combustible desde la bomba de alta presión 7 de acuerdo con la invención comparado con la técnica conocida son evidentes. En particular, en cada inyección la presión del combustible en el acumulador 6 puede restaurarse rápidamente. Además, el resorte de retorno de cada válvula de admisión 25 no requiere operaciones costosas de calibrado de alta precisión. Finalmente, se elimina la necesidad de una válvula de solenoide de desviación para el combustible bombeado en exceso por la bomba 7.

Se entiende que pueden realizarse diversas modificaciones y mejoras a la bomba de alta presión y al dispositivo de regulación correspondiente descrito anteriormente, sin alejarse de la esfera de protección definida por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, es posible eliminar el dispositivo de transmisión de movimiento 26 y accionar el eje 23 de la bomba de alta presión 7 a una velocidad independiente de la velocidad del árbol motor 4. También puede eliminarse

la válvula de solenoide 15 para drenar el combustible del acumulador 6.

Además, los dos elementos de bombeo 18 pueden disponerse en paralelo y accionarse en fase opuesta por dos levas diferentes. Finalmente, la bomba 7 puede tener un número diferente de elementos de bombeo, por ejemplo tres elementos de bombeo accionados por una leva común con una desviación de fase de 120°.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Una bomba de caudal variable de alta presión para un sistema de inyección de combustible de un motor de combustión interna, que comprende al menos un elemento de bombeo (18), que está accionado por un movimiento recíproco mediante las carreras de succión y suministro, estando provisto dicho elemento de bombeo (18) con una válvula de admisión (25) en comunicación con una tubería de admisión (10), y con una válvula de suministro (30) en comunicación con una tubería de suministro (8), estando regulado el caudal de dicha bomba (10) por una válvula de solenoide conectada-desconectada (27), dispuesta sobre dicha tubería de admisión (10) y controlada por una unidad de control (16) en sincronismo con dicha carrera de succión; **caracterizado** porque dicha válvula de solenoide (27) está provista con una sección transversal relativamente ancha para permitir que suministre el elemento de bombeo (18) durante una parte variable (32, 32') de dicha carrera de succión, controlando dicha unidad de control (16) dicha válvula de solenoide (27) para abrirla al comienzo de dicha

carrera de succión y modulando con continuidad su cierre durante dicha carrera de succión.

2. La bomba de alta presión de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende un par de elementos de bombeo (18) accionados en fase opuesta, estando la válvula de admisión (25) de cada uno de los elementos de bombeo (18) en comunicación con una tubería de admisión común (10), **caracterizada** porque dicha válvula de solenoide (27) está localizada en dicha válvula de admisión común (10) y está accionada en sincronismo con cada carrera de succión por cada ciclo de bombeo de los elementos de bombeo (18).

3. La bomba de alta presión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que dicha tubería de suministro (8) está en comunicación con un conducto común (6) para el combustible a presión, **caracterizado** porque dicha unidad de control (16) controla dicha válvula de solenoide (27) para modular su cierre durante dicha carrera de succión como una función de la presión de combustible en dicho conducto común (6) y/o como una función de las condiciones de operación de dicho motor 2.

25

30

35

40

45

50

55

60

65



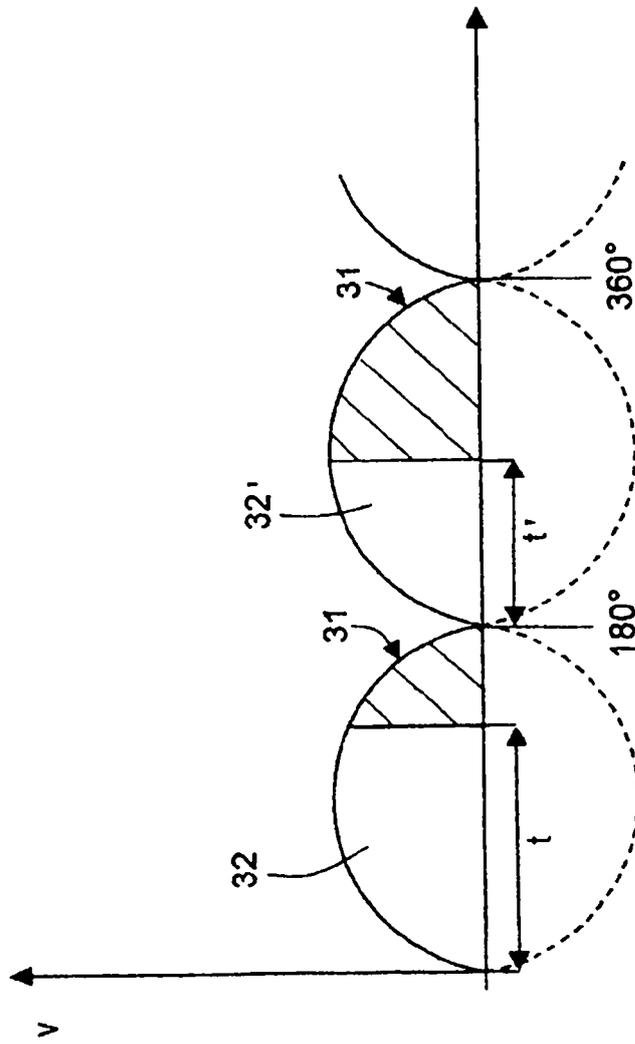


Fig.2