



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 344 380**

51 Int. Cl.:  
**F02D 13/02** (2006.01)  
**F02D 41/00** (2006.01)  
**F02D 41/30** (2006.01)  
**F02D 41/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08290129 .9**  
96 Fecha de presentación : **07.02.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1965057**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.09.2008**

54 Título: **Procedimiento para facilitar la vaporización de un combustible para un motor de combustión interna de inyección directa del tipo diésel.**

30 Prioridad: **26.02.2007 FR 07 01468**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.08.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.08.2010**

73 Titular/es: **IFP**  
**1 et 4 avenue de Bois Prèau**  
**92852 Rueil-Malmaison Cédex, FR**

72 Inventor/es: **Walter, Bruno y**  
**Ranini, Alain**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

**ES 2 344 380 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).

# ES 2 344 380 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para facilitar la vaporización de un combustible para un motor de combustión interna de inyección directa del tipo diésel.

5

La presente invención se refiere a un procedimiento para facilitar la vaporización de un combustible en un motor de combustión interna de inyección directa con compresión y autoencendido de una mezcla carburada y en particular en un motor del tipo diésel.

10 Ventajosamente, se refiere un motor que puede funcionar según dos modos de combustión, un modo de combustión homogéneo, en particular HCCI (Homogeneous Combustion Compressed Ignition) y un modo de combustión convencional.

15 El funcionamiento según el modo homogéneo, que es preferiblemente utilizado para las cargas reducidas y medias del motor, consiste en inyectar el combustible en la cámara de combustión de manera muy precoz (por ejemplo durante la fase de admisión del motor) de manera que se obtenga una mezcla homogénea del combustible con un fluido, tal como aire o una mezcla de aire y del gas quemado circulado (EGR), como se ha descrito en la Solicitud de Patente EP 0 893 596.

20 Para funcionamiento en un modo de combustión convencional, preferiblemente utilizado a cargas elevadas del motor, se realiza una inyección del combustible alrededor del punto muerto superior de compresión del pistón y se produce una combustión clásica por autoinflamación y después por difusión.

25 Con este modo de combustión, se puede prever igualmente realizar una inyección precoz del combustible, denominada "piloto", por ejemplo en el comienzo de la fase de admisión.

En el modo de combustión homogéneo, es ventajoso que la inyección de combustible se produzca muy temprano en el ciclo de funcionamiento del motor con el fin de obtener una mezcla homogénea pero existen riesgos de impregnado de la pared del cilindro por parte del carburante inyectado.

30

Así, una inyección de combustible al comienzo de la fase de admisión tiene por cómo ventaja poder confinar el combustible inyectando en el cuenco que incluye habitualmente el pistón de tal motor, limitando el contacto de este combustible con la pared del cilindro aunque la temperatura del fluido contenido en la cámara de combustión no es suficiente. En consecuencia es difícil que se vaporice el combustible inyectado en este cuenco y a continuación en la cámara de combustión.

35

En el modo de funcionamiento convencional, la inyección "piloto" acarrea los mismos inconvenientes relativos a las dificultades de vaporización del combustible inyectado que los mencionados anteriormente.

40 Esta dificultad para vaporizar el combustible puede producir perturbaciones en el desarrollo de la combustión de la mezcla carburada así como un aumento de la emisión de contaminantes a la atmósfera y un consumo excesivo de combustible del motor.

45 Para unos motores de inyección directa del tipo de gasolina, es ya conocida la realización de una vaporización inyectando este combustible en forma líquida o en forma de finas gotitas en unos gases de escape contenidos en los conductos de admisión. En contacto con estos gases calientes, el combustible se vaporiza en una neblina y se mezcla no solamente con estos gases sino también con el fluido introducido a continuación en la cámara de combustión del motor.

50 Tal transposición a unos motores de inyección directa es imposible teniendo en cuenta esencialmente el hecho de que la inyección de combustible no se puede producir en los conductos de admisión.

No obstante, una mejor vaporización de combustible tiene esencialmente como ventaja reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO) y de hidrocarburos no quemados (HC) durante la combustión de la mezcla carburada.

55 La presente invención se propone remediar los inconvenientes anteriormente mencionados en un procedimiento que utiliza los elementos habitualmente presentes en un motor de inyección directa.

60 Con este fin, la invención se refiere a un procedimiento para facilitar la vaporización de un combustible en un motor de combustión interna de cuatro tiempos de inyección directa que puede funcionar según un modo de funcionamiento homogéneo y un modo de funcionamiento convencional, comprendiendo dicho motor al menos un cilindro con una cámara de combustión, al menos un medio de admisión de un fluido con un conducto de admisión y una válvula de admisión, al menos un medio de escape de los gases quemados con un conducto de escape y una válvula de escape, unos medios de mando de abertura/cierre de las válvulas y unos medios de inyección de combustible, caracterizado por que consiste:

65

- en la proximidad del comienzo de la fase de admisión, en abrir la válvula de admisión para admitir el fluido de admisión en la cámara de combustión, en abrir la válvula de escape para reintroducir en esta cámara al menos una parte de los gases quemados contenidos en el conducto de escape,

## ES 2 344 380 T3

- antes del fin de la fase de admisión, en cerrar la válvula de escape,
- en la proximidad del fin de la fase de admisión, en cerrar la válvula de admisión,
- 5 - en el curso de esta fase de admisión, en realizar al menos una inyección de combustible en dicha cámara de combustión antes de la abertura de la válvula de escape.

El procedimiento puede consistir en realizar al menos una inyección de combustible tras la abertura de la válvula de escape.

10 El procedimiento puede consistir en realizar al menos una inyección de combustible tras el cierre de la válvula de escape.

15 El procedimiento puede consistir en realizar una sucesión de aberturas y de cierres de la válvula de escape durante la reintroducción de los gases quemados en la cámara de combustión.

El procedimiento puede consistir, en la proximidad del comienzo de la fase de admisión del motor, en abrir la válvula de escape antes que la válvula de admisión.

20 El procedimiento puede consistir, en la proximidad del comienzo de la fase de admisión del motor, en abrir la válvula de escape simultáneamente con la abertura de la válvula de admisión.

Los medios de mando de al menos la válvula de escape pueden permitir hacer variar la ley de alzado de dicha válvula.

25 Las otras características y ventajas de la invención se describirán mejor durante la descripción a continuación, dada a título únicamente ilustrativo y no limitativo, y que se refiere a los dibujos en los que:

30 - las figuras 1 a 3 son unos esquemas de un motor de inyección directa que ilustran el desarrollo de las diferentes etapas del procedimiento de acuerdo con la invención.

35 En las figuras 1 a 3, el motor de combustión interna mostrado es un motor de combustión interna de cuatro tiempos (o cuatro fases) de inyección directa que puede funcionar según dos modos de combustión, un modo de combustión homogéneo, en particular HCCI (Homogeneous Combustion Compressed Ignition) y un modo de combustión convencional.

40 El funcionamiento según el modo homogéneo, que es utilizado para las cargas reducidas y medias del motor, consiste en inyectar combustible en la cámara de combustión de manera muy precoz (por ejemplo durante la fase de admisión del motor) de manera que se obtenga una mezcla homogénea del combustible con un fluido, tal como aire o una mezcla de aire y de gases quemados recirculados (EGR).

45 Para el funcionamiento con un modo de combustión convencional, preferiblemente utilizado a cargas elevadas del motor, se realiza una inyección del combustible alrededor del punto muerto superior de compresión del pistón y se produce una combustión clásica por auto inflamación y después por difusión. Es posible igualmente realizar una inyección precoz de combustible, denominada “piloto”, por ejemplo al comienzo de la fase de admisión.

50 Este motor comprende al menos un cilindro 10 con un cuerpo de cilindro 12 en el interior del que se desliza un pistón 14 en un movimiento alternativo rectilíneo bajo el efecto de una biela accionada por un cigüeñal (no representados). El cuerpo del cilindro está cerrado, por su parte superior, por una culata 16 que delimita una cámara de combustión 18 formada por la parte lateral del cuerpo del cilindro, la culata y la parte superior del pistón.

Por cámara de combustión, se incluye no solamente el volumen definido anteriormente sino igualmente este volumen más el volumen formado por un cuenco eventual hueco alojado en la parte superior del pistón.

55 La culata lleva al menos un medio de admisión con un conducto de admisión 20 cuya desembocadura en la cámara de combustión está controlada por una válvula de admisión 22. La culata lleva igualmente al menos un medio de escape con un conducto de escape 24 cuya comunicación con la cámara de combustión está controlada por una válvula de escape 26.

60 Las válvulas de admisión y/o de escape son mandadas en abertura/cierre por unos medios 28 y 30 que permiten hacer variar las leyes de alzado de estas válvulas, tanto en relación con sus momentos de abertura/cierre como en relación a su alzado, y por ello independientemente las unas de las otras o de manera asociada. Estos medios son más conocidos por las siglas de VVT (Variable Valve Timing) o VVL (Variable Valve Lift) o VVA (Variable Valve Actuation).

65 Se puede también concebir el control de esta válvula de escape y eventualmente de la válvula de admisión por unos medios de mando, dominados “camless”, que no incluyen ningún árbol de levas. En este caso, el motor incluye un medio de accionamiento dedicado a cada válvula, tal como un accionador de mando electromagnético o hidráulico

## ES 2 344 380 T3

o electrohidráulico o neumático o electroneumático, que actúa directamente o indirectamente sobre los vástagos de las válvulas.

5 En el ejemplo descrito en relación con las figuras 1 a 3, la válvula de admisión 22 está mandada en su abertura/cierre por unos medios convencionales 28, tal como un árbol de levas, mientras que la válvula de escape 26 está controlada por unos medios 30 que permiten hacer variar su ley de alzado, en particular por unos medios del tipo VVA.

10 El motor comprende igualmente unos medios de inyección de combustible 32, preferentemente bajo la forma de un inyector de chorro múltiple (simbolizado en la figura por un trazado del eje), que proyecta el combustible en la cámara de combustión 18 de manera que se realice una mezcla carburada con el fluido que está allí contenido.

15 Los medios de mando 30 de la válvula de escape así como los medios de inyección de combustible 32, están controlados por una unidad de cálculo (no representada), más comúnmente denominada calculador-motor, que un motor incluye habitualmente. Por supuesto, en el caso en el que los medios de mando 30 de la válvula de admisión sean unos medios del tipo “camless” que permiten hacer variar las leyes de alzado de las válvulas, el calculador controlará igualmente estos medios de mando.

20 El calculador tiene por función principalmente mandar la abertura/cierre de las válvulas así como controlar los parámetros de inyección del inyector, así como el momento de inyección en el ciclo del motor, la duración de inyección del carburante...

La descripción del procedimiento que se hará a continuación se realizará en relación con el motor de las figuras 1 a 3.

25 La figura 1 muestra la configuración del motor de inyección directa después del fin de la fase de escape de este motor y al comienzo de su fase de admisión. En esta configuración, el pistón 14 está en su punto muerto superior de admisión (PMSa), la cámara de combustión 18 continúa cerrada a los gases quemados 34 (o gases de escape), el conducto de escape no contiene más que gases quemados y el conducto de admisión contiene el fluido de admisión. A partir de esta posición de PMSa, el pistón 14 se arrastra bajo el efecto de la biela y del cigüeñal en una fase de admisión durante la que sigue un movimiento vertical hacia abajo (flecha F de las figuras 1 y 2) partiendo de su PMSa para llegar a su punto muerto inferior de compresión (PMIc de la figura 3).

35 En la proximidad del PMSa, el calculador controla los medios de mando 30 de manera que la válvula de escape 26 esté en posición abierta mientras que la válvula de admisión 22 está convencionalmente abierta bajo la acción del árbol de levas 28. En esta posición y bajo el efecto del movimiento del pistón 14, los gases quemados 34 contenidos en el conducto de escape 24 y el fluido contenido en el conducto de admisión se introducen en la cámara de combustión 18.

40 El calculador manda igualmente, durante esta fase de admisión, al menos una inyección de combustible en la cámara de combustión por medio del inyector 32.

45 Ventajosamente según el ejemplo descrito, está previsto que al menos una inyección de combustible se efectúe en la mezcla de fluido admitido y de gases quemados reintroducidos en la cámara de combustión antes del cierre de la válvula de escape. Esta inyección de combustible en la mezcla caliente fluido/gases quemados tiene por efecto vaporizar este combustible en contacto con esta mezcla mientras se reduce significativamente el contacto entre el combustible líquido y la pared del cilindro.

50 Por supuesto y sin salir del marco de la invención, esta inyección se puede producir antes de la abertura de la válvula de escape de manera que se realice una vaporización de este combustible con los gases quemados residuales habitualmente presentes en el volumen muerto de la cámara de combustión y después proseguir esta vaporización durante la introducción de los gases quemados contenidos en el conducto de escape.

55 Igualmente, el combustible inyectado se puede poner en contacto con la mezcla de fluido admitido y de gases quemados reintroducidos en la cámara de combustión tras el cierre de la válvula de escape para asegurar la vaporización de este combustible.

60 De manera ventajosa, se ha previsto que, al comienzo de la fase de admisión, la válvula de escape 26 se abrirá antes de la abertura de la válvula de admisión 22 a partir de que la distancia pistón/culata lo permita y más precisamente la distancia entre el fondo de los rebajes del pistón y la superficie que corresponde a la válvula. Esta válvula de escape se vuelve a cerrar enseguida en el punto V°. La abertura de la válvula de admisión se puede prever muy poco tiempo después de la abertura de la válvula de escape o casi simultáneamente con el cierre de la válvula de escape en el punto V°. Por supuesto, no quedan descartadas todas las demás configuraciones entre estas válvulas, como una abertura simultánea de éstas al comienzo de la fase de admisión.

65 Después de un desplazamiento limitado del pistón 14 que corresponde a algunas docenas de grados del ángulo de rotación del cigüeñal (V° en la figura 2) a partir del PMSa, el calculador manda el cierre de la válvula de escape 26, la válvula de admisión 22 queda de manera convencional en su posición de abertura y se continúa introduciendo el fluido en la cámara de combustión 18 para que se mezcle con la carga carburada. El inyector puede continuar su o

## ES 2 344 380 T3

sus inyecciones de combustible en la cámara de combustión durante todo o parte del movimiento descendiente de este pistón. En contacto con esta carga adicional del fluido de admisión, el carburante inyectado puede vaporizarse mejor así bajo el efecto de la temperatura de la carga contenida en la cámara y se mejora grandemente la homogeneidad de la mezcla carburada obtenida.

5

Al final de esta fase de admisión, el pistón 14 se encuentra en la proximidad del PMIc (figura 3), la válvula de admisión 22 está en posición de cierre bajo el efecto del árbol de levas 28.

10 Gracias a esto, la mezcla obtenida en la cámara 18 durante el cierre de la válvula de admisión 22 en la proximidad del fin de la fase de admisión es una mezcla fluido/combustible vaporizado que contiene una cierta cantidad de gases quemados.

15 Como ya es conocido, el modo de funcionamiento del motor continúa con una fase de compresión de la mezcla carburada con posibilidad de continuar las inyecciones de combustible y la combustión.

Durante la fase de admisión con abertura de la válvula de escape descrita anteriormente, se puede prever la inyección de combustible al mismo tiempo y en relación a la introducción de los gases quemados en la cámara de combustión.

20 Se puede prever igualmente realizar una sucesión de ciclos de abertura/cierre de la válvula de escape asociados a una inyección de combustible justo con el cierre programado en V° de esta válvula. Esto tiene por efecto minimizar la bajada de temperatura local de los gases quemados cuando se utilizan las calorías que contienen para vaporizar el combustible inyectado en la cámara de combustión.

25 Por supuesto, el experto en la materia conocerá la forma de cerrar la válvula de escape en V° en la fase de admisión del motor de manera que la cantidad de gases quemados presentes en la cámara de combustión al final de esta fase no altere la combustión de la mezcla carburada por compresión y autoinflamación.

30 La presente invención no se limita a los ejemplos de realización descritos anteriormente sino que engloba todas las variantes y todos los equivalentes.

Principalmente, el procedimiento descrito se puede utilizar con el motor tal como el descrito en las patentes francesas N° 2 818 324 y 2 818 325 del solicitante, que comprenden al menos un cilindro, un pistón que se desliza dentro de este cilindro, una cámara de combustión delimitada por un lado por la cara superior del pistón que comprende un saliente dispuesto en el centro de un cuenco cóncavo con una pared de fondo que enlaza la base del saliente con la pared periférica de este cuenco. Este motor comprende igualmente un inyector para inyectar combustible con un ángulo de abertura menor o igual a  $2\arctan \frac{CD}{2F}$  donde CD es el diámetro del cilindro y F la distancia entre el punto de origen de los chorros de combustible inyectados por el inyector y la posición del pistón que corresponde a un ángulo del cigüeñal de 50° con relación al punto muerto superior.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para facilitar la vaporización de un combustible en un motor de combustión interna de cuatro  
tiempos de inyección directa que puede funcionar según un modo de funcionamiento homogéneo y un modo de  
funcionamiento convencional, comprendiendo dicho motor al menos un cilindro (10) con una cámara de combustión  
(18), al menos un medio de admisión de un fluido con un conducto de admisión (20) y una válvula de admisión (22),  
al menos un medio de escape de los gases quemados con un conducto de escape (24) y una válvula de escape (26),  
unos medios de mando (28, 30) de abertura/cierre de las válvulas y unos medios de inyección de combustible (32),  
10 **caracterizado** por que consiste:

- en la proximidad del comienzo de la fase de admisión, en abrir la válvula de admisión (22) para admitir el fluido  
de admisión en la cámara de combustión, en abrir la válvula de escape (26) para reintroducir en esta cámara al  
menos una parte de los gases quemados contenidos en el conducto de escape (20),
- 15 - antes del fin de la fase de admisión, en cerrar la válvula de escape (26),
- en la proximidad de la fin de la fase de admisión, en cerrar la válvula de admisión (22),
- 20 - en el curso de esta fase de admisión, en realizar al menos una inyección de combustible en dicha cámara de  
combustión antes de la abertura de la válvula de escape (26).

25 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por que consiste en realizar al menos una  
inyección de combustible tras la abertura de la válvula de escape (26).

3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por que consiste en reali-  
zar al menos una inyección de combustible tras el cierre de la válvula de escape (26).

30 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por que consiste en reali-  
zar una sucesión de aberturas y de cierres de la válvula de escape (26) durante la reintroducción de los gases quemados  
en la cámara de combustión (18).

35 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por que consiste, en la  
proximidad del comienzo de la fase de admisión del motor, en abrir la válvula de escape (26) antes que la válvula de  
admisión (22).

40 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por que consiste, en la proximi-  
dad del comienzo de la fase de admisión del motor, en abrir la válvula de escape (26) simultáneamente con la abertura  
de la válvula de admisión (22).

7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por que los medios de mando (30) de al menos  
la válvula de escape (26) permiten hacer variar la ley de alzado de dicha válvula.

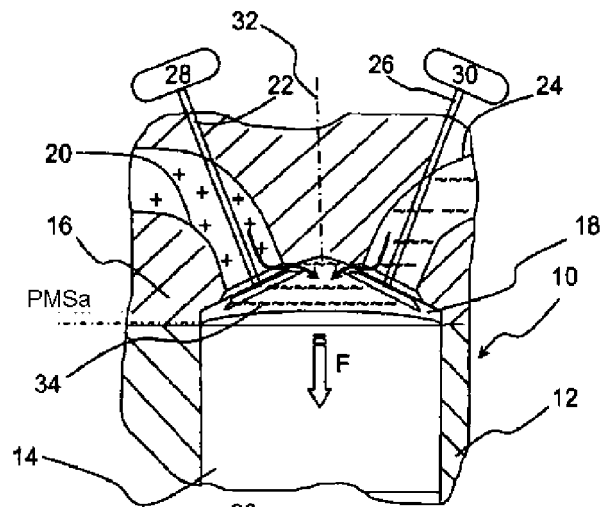
45

50

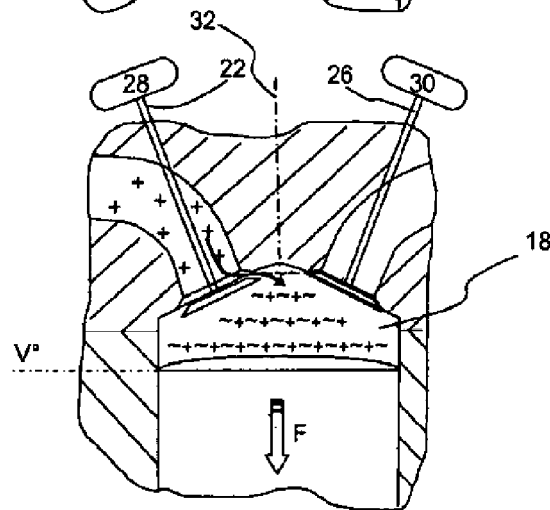
55

60

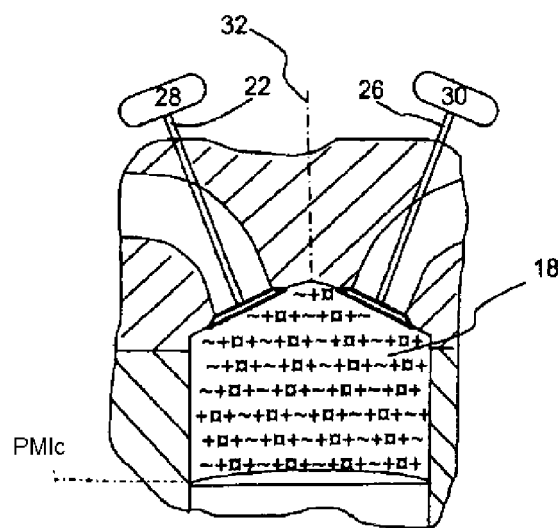
65



**Figura 1**



**Figura 2**



**Figura 3**