

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 925**

51 Int. Cl.:

F02M 25/035 (2006.01)

F02M 17/22 (2006.01)

F02M 31/04 (2006.01)

F02M 31/087 (2006.01)

F02M 26/17 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.12.2017 PCT/AT2017/060324**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2018 WO18107192**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2017 E 17832032 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 3551872**

54 Título: **Motor de combustión interna**

30 Prioridad:

12.12.2016 AT 511252016

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

01.02.2021

73 Titular/es:

LORENZ, MICHAEL (50.0%)

Hutweidengasse 62/B/22

1190 Wien, AT y

LORENZ, GEORG (50.0%)

72 Inventor/es:

LORENZ, MICHAEL y

LORENZ, GEORG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 803 925 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

Motor de combustión interna

- 5 La invención se refiere a un motor de combustión interna que puede hacerse funcionar con un combustible líquido o gaseoso, con al menos un tramo de admisión, al menos un tramo de escape y una conducción de recirculación de gases de escape que conecta el tramo de escape y el tramo de admisión para recircular al tramo de admisión al menos una parte de los gases de escape que se producen durante la combustión del combustible, con una cámara de mezcla dispuesta en el tramo de admisión para formar una dispersión de gases de escape recirculados y un medio líquido de dispersión que contiene agua y combustible, en donde la conducción de recirculación de gases de escape que se desvía del tramo de escape desemboca en la cámara de mezcla y en donde, corriente abajo con respecto a la cámara de mezcla, el tramo de admisión está conectado térmicamente al tramo de escape mediante un cambiador de calor, cambiador de calor que preferiblemente está configurado como un cambiador de calor en contracorriente, absorbiendo el medio gaseoso de dispersión en el cambiador de calor energía térmica de los gases de escape.
- 10
- 15 Ya se conoce el hacer funcionar un motor de combustión interna con una mezcla de agua/combustible, para reducir el consumo de combustible y reducir las emisiones.
- 20 El documento FR 2 926 606 A1 divulga un motor de combustión interna en el que un combustible alternativo –aún no evaporado– se mezcla en una cámara de mezcla con gases de escape y condensado y, mediante el calor de los gases de escape, se calienta en un cambiador de calor dispuesto en el tramo de escape, alimentándose el combustible alternativo evaporado al tramo de admisión del motor de combustión interna mediante una conducción de alimentación. En este contexto, están previstas un gran número de válvulas, para dosificar el combustible, el combustible alternativo evaporado, los gases de escape y el agua. No está previsto un medio líquido de dispersión formado por una mezcla de agua y combustible.
- 25
- 30 El documento DE 10 2013 212 596 A1 describe un dispositivo para reducir las emisiones contaminantes y/o el consumo de combustible de un motor de combustión interna de un vehículo, con un sistema para recircular gases de escape, mediante el cual pueden alimentarse a un tramo de aspiración del motor de combustión interna gases de escape procedentes de un tramo de escape. El dispositivo comprende un separador de condensados para la obtención de agua, que está conectado al sistema para la recirculación de gases de escape, un recipiente de almacenamiento para almacenar el agua obtenida, que está conectado al separador de condensados, y un sistema para la inyección de agua y emulsión, al que puede alimentarse agua mediante el recipiente de almacenamiento.
- 35
- 40 Por el documento DE 44 12 966 A1 se conocen un procedimiento y un dispositivo para hacer funcionar un motor diésel, al que se alimenta una emulsión de agua-en-gasoil con una proporción de agua variable en función de la velocidad del motor y del estado de carga del motor. En este contexto, se alimentan al tubo de aspiración de aire del motor diésel gases de escape del mismo y se modifica la proporción alimentada de gases de escape de forma controlada opcionalmente de manera proporcional a la proporción de agua y/o la proporción de oxígeno en los gases de escape. El motor diésel presenta una bomba de inyección que, en un circuito de recirculación, tiene antepuesto un dispositivo de mezcla que sirve para mezclar agua con gasoil para obtener una emulsión de agua-en-gasoil, en el que desembocan una conducción de alimentación de gasoil y, mediante un inyector de agua controlable, una conducción de alimentación de agua. El inyector de agua es controlado por una unidad electrónica de mando para modificar la proporción de agua en la emulsión en función del estado de carga y/o de la velocidad del motor diésel.
- 45
- 50 Por el documento DE 39 12 344 A1 se conoce además un sistema para producir una emulsión de aceite-agua para el funcionamiento de una bomba de inyección de un motor diésel, que presenta una cámara de turbulencia rotacionalmente simétrica con una entrada tangencial y una salida axial que se estrecha. Para producir una emulsión homogénea fina con un tamaño de las gotitas de agua de suspensión en un intervalo de 2 μm a 4 μm , la sección final axial de la cámara de turbulencia que mira en dirección opuesta a la salida está rodeada por un canal anular que se extiende coaxialmente con respecto a la cámara de turbulencia, que está conectado a la cámara de turbulencia mediante una hendidura de entrada orientada tangencialmente a la misma y en el que desemboca tangencialmente un canal de admisión de aceite. En la sección final situada en el lado de entrada de la cámara de turbulencia desemboca un inyector controlado electromagnéticamente. La salida de la cámara de turbulencia desemboca, a través de un ensanchamiento, en una cámara de aspiración de un rotor radial, que está dispuesto en una cámara de bomba que, en la zona de la periferia del rotor radial, presenta un canal de salida al que están conectadas una conducción de salida, que conduce a la bomba de inyección, y una conducción de recirculación, que conduce a un canal de admisión de emulsión. El canal de emulsión desemboca también tangencialmente en el canal anular. En la cámara de aspiración del rotor radial desemboca lateralmente un canal de entrada, al que está conectada una conducción de retorno que procede de la bomba de inyección.
- 55
- 60
- 65 Mediante la utilización de, por ejemplo, una emulsión de agua-en-gasoil pueden reducirse de manera creciente con el aumento de la proporción de agua en la emulsión las proporciones de óxido de nitrógeno y hollín en los gases de escape.

- 5 El documento DE 101 24 896 A1 describe un procedimiento para producir en tiempo real gases combustibles para motores de combustión interna y para reducir contaminantes, en donde una parte del aire de escape se conduce a un depósito a través de un convertidor especial. La mezcla de gas/aire que se produce en el mismo llega, a través del convertidor, al motor de combustión interna y está disponible como gas combustible. El convertidor, que se compone de dos tubos de acero o hierro, funciona según el principio de la contracorriente con reacción térmica bajo la influencia de presión y un campo magnético autogenerado, con lo que se pretende que las moléculas del aire se escindan en moléculas más pequeñas y después sean conducidas al depósito. Las moléculas más inertes del líquido que se halla en el depósito, por ejemplo, mezcla de gasolina/agua, chocan con las moléculas de energía más elevada del aire y se inicia el proceso de evaporación.
- 10 El documento US 5 794 601 A divulga un dispositivo para preparar un combustible alternativo con el fin de poder utilizarlo para hacer funcionar un sistema de combustión de combustible, por ejemplo, un motor de combustión interna. En una cámara de evaporación, que está llena del combustible alternativo, se introducen gases de escape del sistema de combustión de combustible y se realiza una evaporación mediante la energía térmica de los gases de escape.
- 15 El objetivo de la invención es, en un motor de combustión interna, posibilitar del modo más sencillo posible una reducción adicional de las emisiones y del consumo de combustible.
- 20 Partiendo de un motor de combustión interna del tipo mencionado al principio, este objetivo se logra según la invención gracias a que la conducción de recirculación de gases de escape desemboca en la cámara de mezcla a través de un embudo de entrada, que se estrecha en la dirección de la corriente, y una tobera, desembocando la conducción de recirculación de gases de escape tangencialmente en el embudo de entrada y estando la salida de la tobera dispuesta debajo de un nivel de llenado definido para el medio líquido de dispersión en la cámara de mezcla.
- 25 Los gases de escape recirculados se inyectan en el medio líquido de dispersión contenido en la cámara de mezcla debajo del nivel de llenado del mismo. Esto posibilita, de un modo sencillo y ahorrando espacio, producir una dispersión de agua y gases de escape o una emulsión de combustible-en-agua como medio de dispersión y una fase dispersa formada por los gases de escape.
- 30 Una dispersión es una mezcla heterogénea de al menos dos sustancias que no se disuelven una en otra ni se combinan químicamente entre sí o que apenas se disuelven una en otra o se combinan químicamente entre sí. En este contexto, una o varias sustancias están finamente repartidas en una sustancia continua, que aquí se denomina medio de dispersión.
- 35 Puede lograrse una combustión completa del combustible cuando en el tramo de admisión desemboca una tubería de aire corriente abajo con respecto a la cámara de mezcla. Para poder ajustar distintos puntos de funcionamiento del motor de combustión interna, en este contexto es ventajoso que en el tramo de admisión entre la cámara de mezcla y el cambiador de calor esté dispuesta una válvula de control para la adición dosificada de aire.
- 40 Gracias a que se añade aire de manera dosificada al medio gaseoso de dispersión entre la salida de la cámara de mezcla y la entrada al cambiador de calor, preferiblemente mediante una válvula de control, se posibilita una marcha uniforme y con bajo nivel de emisiones del motor de combustión interna.
- 45 La parte recirculada de los gases de escape se desvía de la corriente total de gases de escape corriente abajo con respecto a la zona del cambiador de calor situada en el lado de los gases de escape y se alimenta a la cámara de mezcla, alimentándose la parte restante de la corriente total de gases de escape a un ramal de escape que conduce al aire libre. Preferiblemente, en este contexto el cambiador de calor es atravesado por la totalidad del caudal másico de gases de escape.
- 50 El medio líquido de dispersión que se halla en la cámara de mezcla contiene, por ejemplo, al menos un 70 % en volumen, preferiblemente al menos un 90 % en volumen, de agua. La parte restante del medio líquido de dispersión puede ser combustible, en particular una gasolina. Después de carburar la dispersión de combustible, agua y gases de escape en la cámara de mezcla, la mezcla gaseosa se calienta en el cambiador de calor y se alimenta como mezcla detonante a la cámara de combustión o las cámaras de combustión del motor de combustión interna.
- 55 Sin embargo, el procedimiento no sólo es adecuado para motores de combustión interna que funcionen con gasolinas, sino también para motores de combustión interna diésel. En estos últimos, la dispersión contiene sólo agua y gases de escape, y el combustible diésel puede inyectarse directamente en la cámara de combustión o las cámaras de combustión.
- 60 En principio, el motor de combustión interna puede hacerse funcionar con el procedimiento según la invención de forma dinámica o transitoria. Sin embargo, pueden lograrse unas emisiones y un consumo de combustible particularmente bajos cuando el motor de combustión interna se hace funcionar en al menos un punto de funcionamiento estacionario. Esto posibilita un rendimiento óptimo.
- 65

Una variante de realización preferida de la invención prevé que la pared del embudo de entrada y/o la tobera estén conformadas de manera hiperbólica corriente arriba con respecto a su salida de tobera.

5 En una realización de la invención particularmente sencilla y que ahorra mucho espacio está previsto que el cambiador de calor de gases de escape esté configurado como un cambiador de calor con dos tubos, con un tubo interior y con un tubo exterior dispuesto de manera concéntrica con respecto al tubo interior, estando el tubo interior en comunicación de corriente con el tramo de admisión y estando el tubo exterior en comunicación de corriente con el tramo de escape.

10 Mediante la conducción de recirculación de gases de escape se aspiran gases de escape del tramo de escape y éstos fluyen a la cámara de mezcla por debajo del nivel del medio líquido de dispersión a través del embudo de entrada y la tobera con forma hiperbólica. Mediante el embudo de entrada y la tobera se aceleran intensamente los gases de escape, con lo que la presión en la zona de la boca de la tobera disminuye por debajo de la presión de vapor del medio de dispersión (por ejemplo, agua: 23,4 mbares a 20 °C). De este modo, el medio de dispersión, al menos en la zona de la boca de la tobera, pasa espontáneamente al estado gaseoso. Mediante el embudo de entrada con forma hiperbólica pueden minimizarse las pérdidas durante el proceso de aceleración.

15 Los gases de escape recirculados que salen de la tobera llevan a ebullición y evaporación el medio líquido de dispersión en virtud de la presión reducida y absorben con ello agua y combustible del medio de dispersión. Se forma una mezcla gaseosa compuesta de gases de escape, vapor de agua y vapor de combustible.

20 Tras la salida de la mezcla gaseosa de la cámara de mezcla, se añade aire fresco de manera dosificada mediante la válvula de control, abriéndose la válvula de control en una medida tal que pueda tener lugar una combustión en la cámara de combustión del motor de combustión interna para el punto de funcionamiento deseado. Después de la adición dosificada del aire fresco, la mezcla gaseosa llega al cambiador de calor configurado, por ejemplo, como un cambiador de calor con dos tubos. En el cambiador de calor, la mezcla gaseosa absorbe energía térmica de los gases de escape. Tras la salida del cambiador de calor, la mezcla gaseosa se conduce a la cámara de combustión o las cámaras de combustión del motor de combustión interna, donde se quema.

25 A continuación se explica la invención más detalladamente por medio del ejemplo de realización no limitativo representado en las figuras. En éstas, se muestran esquemáticamente:

La figura 1, un motor de combustión interna según la invención; y
la figura 2, un embudo de entrada del motor de combustión interna en una vista desde arriba según la flecha II.

35 El motor 1 de combustión interna representado en la figura 1 presenta una carcasa 2 de motor con al menos un cilindro 3, en el que está dispuesto un pistón 4 que realiza un movimiento de vaivén y que es contiguo a una cámara 3a de combustión. El pistón 4 se halla en unión de accionamiento con un cigüeñal 6 mediante una biela 5.

40 El motor 1 de combustión interna presenta además un tramo de admisión 7, un tramo de escape 8 y una conducción 9 de recirculación de gases de escape que conecta el tramo 8 de escape y el tramo 7 de admisión. Con el símbolo de referencia 10 está designado un cambiador de calor, que comunica térmicamente entre sí el tramo 7 de admisión y el tramo 8 de escape.

45 En el ejemplo de realización, el cambiador 10 de calor está configurado como un cambiador de calor en contracorriente y presenta un tubo interior 11 y un tubo exterior 12 que rodea éste concéntricamente, hallándose la entrada 11a y la salida 11b del tubo interior 11 en comunicación de corriente con el tramo 7 de admisión, y la entrada 11a y la salida 11b del tubo exterior 12 en comunicación de corriente con el tramo 8 de escape. En este contexto, las entradas 11a, 12a del tubo interior 11 y del tubo exterior 12 por una parte, y las salidas 11b, 12b del tubo interior 11 y del tubo exterior 12 por otra parte, están dispuestas en extremos diferentes del cambiador 10 de calor.

50 En el tramo 7 de entrada está dispuesta una cámara 13 de mezcla, que contiene un medio líquido 16 de dispersión, por ejemplo, una mezcla de combustible y agua. La conducción 9 de recirculación de gases de escape desemboca tangencialmente en un embudo 14 de entrada de la cámara 13 de mezcla. El embudo 14 de entrada se estrecha de manera constante hacia abajo y termina en una tobera 15 dispuesta centralmente o axialmente en relación con el embudo 14 de entrada, presentando las paredes 14a del embudo 14 de entrada o de la tobera 15, corriente arriba con respecto a la salida 15a de la tobera, una forma al menos aproximadamente hiperbólica. El diámetro d de la salida 15a de la tobera, que, por ejemplo, es circular, es mucho menor que la altura H del embudo 14 de entrada. Expresado de otra manera, la altura H del embudo 14 de entrada es al menos 100 veces mayor que el diámetro d de la salida 15a de la tobera. La tobera 15 se halla debajo del nivel 16a (nivel de llenado) del medio líquido 16 de dispersión. De la zona superior 13a de la cámara 13 de mezcla sale una conducción 17 del tramo 7 de admisión que conduce al cambiador 10 de calor, desembocando entre la cámara 13 de mezcla y el cambiador 10 de calor en el tramo 7 de admisión, en la conducción 17, una conducción 18 de aire, cuyo caudal de aire puede controlarse a través de una válvula 19 de control.

- 5 Los gases de escape expulsados de la cámara 3a de combustión llegan, a través de unas válvulas 21b de escape, a la zona del cambiador 10 de calor situada en el lado de los gases de escape y dispuesta en el tramo 8 de escape, que está formada por el tubo exterior 12, y atraviesan éste. Después de la entrada de los gases de escape en el cambiador 10 de calor, la energía térmica contenida en los gases de escape se transfiere a la mezcla gaseosa que se halla en el tubo interior 11 del cambiador 10 de calor. En el ejemplo de realización, los gases de escape tienen, en la salida 12a del tubo exterior 12, por ejemplo, aproximadamente la temperatura ambiente (aproximadamente de 36,85 °C a 56,85 °C (310 °K a 330 °K)).
- 10 Los gases de escape fluyen posteriormente hasta la desviación 20 de la conducción 9 de recirculación de gases de escape y son aspirados a la cámara 13 de mezcla por la caída de presión hacia la cámara 13 de mezcla. La parte de los gases de escape no conducida a la cámara 13 de mezcla fluye a través del ramal 22 de escape al aire libre. Los gases de escape recirculados entran tangencialmente en el embudo 14 de entrada de la cámara 13 de mezcla y son inyectados a través del embudo 14 de entrada curvado hiperbólicamente y la tobera 15 en el medio líquido 16 de dispersión por debajo del nivel 16a del líquido. Así, mediante el embudo 14 de entrada y la tobera 15, se aumenta la velocidad de los gases de escape a aproximadamente 2.000 m/s, de manera que la presión de los gases de escape disminuye por debajo de 20 mbares; a esta presión, el agua comienza a hervir a temperatura ambiente (20 °C). Mediante el embudo 14 de entrada, que tiene una forma al menos aproximadamente hiperbólica y cuyas paredes cumplen, por ejemplo, la función $f(x) = 1/x$, tiene lugar una "turbulencia libre" (remolino potencial) de los gases de escape, con lo que es posible minimizar pérdidas en el proceso de aceleración.
- 15
- 20 Los gases de escape acelerados se introducen ahora en la cámara 13 de mezcla, que se ha llenado con una solución acuosa de aproximadamente un 25 % de combustible y un 75 % de agua, por debajo del nivel 16a de llenado (nivel de líquido) del medio líquido 16 de dispersión. Como ya se ha mencionado, los gases de escape llevan la solución acuosa a ebullición en virtud de la presión reducida y absorben con ello –de manera similar a una bomba de chorro de agua– agua y combustible del medio líquido de dispersión, produciéndose un enfriamiento a al menos 10 °C por debajo de la temperatura ambiente.
- 25
- 30 La válvula 19 de control dispuesta corriente abajo con respecto a la cámara 13 de mezcla sirve para alimentar aire fresco y se abre en una medida tal que tenga lugar una combustión en la cámara 3a de combustión en el funcionamiento de punto fijo o de múltiples puntos. Tras la alimentación del aire fresco por medio de la conducción 18 de aire fresco, la mezcla gaseosa se conduce al cambiador 10 de calor.
- 35 En el cambiador 10 de calor, la mezcla gaseosa absorbe energía térmica de los gases de escape. Después de salir del cambiador 10 de calor, la mezcla se conduce directamente a la válvula 21a de admisión y después a la cámara 3a de combustión de un cilindro 3 del motor 1 de combustión interna.
- 40 Se realiza ahora la compresión de la mezcla gaseosa y a continuación la combustión exotérmica de la mezcla gaseosa en el cilindro 3 a aproximadamente 2.026,85 °C (2.300 °K).
- 45 El procedimiento según la invención puede aplicarse tanto a ciclos de Otto como a procesos cíclicos diésel. En comparación con el estado conocido de la técnica, presenta las siguientes ventajas:
- alto rendimiento térmico;
 - nivel muy bajo de emisiones;
 - poco gasto;
 - poco volumen constructivo necesario, por lo tanto equipable *a posteriori*: tanto la cámara 13 de mezcla como el cambiador 10 de calor pueden integrarse sin problemas en motores 1 de combustión interna convencionales;
 - alto potencial de ahorro de combustible;
 - poca necesidad de refrigeración del motor 1 de combustión interna;
 - desarrollo mejorado de la combustión, poco ensuciamiento y poca formación de hollín, por ejemplo, en las bujías;
 - gracias a la emulsión completa de combustible-en-agua no entra agua en el aceite lubricante.
- 50

REIVINDICACIONES

- 5 1. Motor (1) de combustión interna, que puede hacerse funcionar con un combustible líquido o gaseoso, con al menos un tramo (7) de admisión, al menos un tramo (8) de escape y una conducción (9) de recirculación de gases de escape que conecta el tramo (8) de escape y el tramo (7) de admisión para recircular al tramo (7) de admisión al menos una parte de los gases de escape que se producen durante la combustión del combustible, con una cámara (13) de mezcla dispuesta en el tramo (7) de admisión para formar una dispersión de gases de escape recirculados y un medio líquido (16) de dispersión que contiene agua y combustible, en donde la conducción (9) de recirculación de gases de escape que se desvía del tramo (8) de escape desemboca en la cámara (13) de mezcla y en donde, corriente abajo con respecto a la cámara (13) de mezcla, el tramo (7) de admisión está conectado térmicamente al tramo (8) de escape mediante un cambiador (10) de calor, cambiador (10) de calor que preferiblemente está configurado como un cambiador de calor en contracorriente, absorbiendo el medio gaseoso de dispersión en el cambiador (10) de calor energía térmica de los gases de escape, **caracterizado por que** la conducción (9) de recirculación de gases de escape desemboca en la cámara (13) de mezcla a través de un embudo (14) de entrada, que se estrecha en la dirección de la corriente, y una tobera (15), desembocando la conducción (9) de recirculación de gases de escape tangencialmente en el embudo (14) de entrada y estando la salida de la tobera (15) dispuesta debajo de un nivel (16a) de llenado definido para el medio líquido (16) de dispersión en la cámara (13) de mezcla.
- 10
- 15
- 20 2. Motor (1) de combustión interna según la reivindicación 1, **caracterizado por que** en el tramo (7) de admisión, corriente abajo con respecto a la cámara (13) de mezcla, desemboca una conducción (18) de aire a través de una válvula (19) de control para la adición dosificada de aire, estando la válvula (19) de control dispuesta preferiblemente en la zona de la desembocadura de la conducción (18) de aire en el tramo (7) de admisión.
- 25 3. Motor (1) de combustión interna según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado por que** el embudo (14) de entrada y/o la tobera (15) están conformados de manera hiperbólica corriente arriba con respecto a la salida (15a) de la tobera.
- 30 4. Motor (1) de combustión interna según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el cambiador (10) de calor está configurado como un cambiador de calor con dos tubos, con un tubo interior (11) y con un tubo exterior (12) dispuesto de manera concéntrica con respecto al tubo interior (11), estando el tubo interior (11) en comunicación de corriente con el tramo (7) de admisión y estando el tubo exterior (12) en comunicación de corriente con el tramo (8) de escape.

