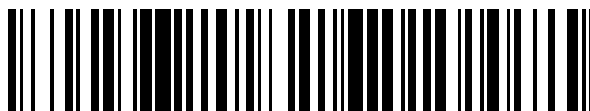


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 299**

51 Int. Cl.:

F02D 41/02 (2006.01)
F01N 3/20 (2006.01)
F02B 37/22 (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01)
F01N 5/04 (2006.01)
F01N 13/10 (2010.01)
F02B 37/02 (2006.01)
F02B 39/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2012 E 12199695 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2018 EP 2749759**

54 Título: **Método y aparato para controlar un sistema EGR que depende del estado de un sistema SCR**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.05.2018

73 Titular/es:

**FPT INDUSTRIAL S.P.A. (100.0%)
Via Puglia 15
10156 Torino, IT**

72 Inventor/es:

D'EPIRO, CLINO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 666 299 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

Método y aparato para controlar un sistema EGR que depende del estado de un sistema SCR

Campo de aplicación de la invención

- 5 La presente invención se refiere al campo de los sistemas para la recirculación de gases de escape en los motores sobrealimentados y, en particular, a un sistema de recirculación de gases de escape EGR en un motor sobrealimentado equipado con un sistema de postratamiento de gases de escape (ATS).

Descripción de la técnica anterior

Debido a las regulaciones que imponen límites de emisión, la mayoría de los fabricantes han introducido y mejorado la técnica EGR.

- 10 Recientemente, sin embargo, cuando se han impuesto nuevos y más estrictos límites, todos los fabricantes se han visto obligados a implementar también un dispositivo para reducir los NOx, denominado SCR. Es un reactor químico que usa un agente reductor. De acuerdo con las nuevas regulaciones, mientras que la técnica EGR por sí sola no puede reducir adecuadamente la producción de NOx, el SCR puede reemplazar completamente la técnica EGR.

- 15 De todos modos, la presencia de dos sistemas que actúan al mismo tiempo sobre el mismo contaminante regulado presenta nuevos problemas, sobre todo relacionados con el consumo de combustible.

Al ser un catalizador químico, el SCR necesita alcanzar un umbral de temperatura predeterminado para garantizar una eficiencia determinada.

Para alcanzar dicho umbral tan pronto como sea posible, que en general es de aproximadamente 250 °C, se conocen diferentes técnicas que dan como resultado un consumo de combustible adicional.

- 20 Uno de estos, por ejemplo, proporciona post-inyecciones de combustible, otro proporciona una estrangulación de los gases de escape, de manera que el punto de motor se varía artificialmente con un aumento del consumo de combustible.

El documento US8112986 muestra un sistema donde la producción de NOx se controla de acuerdo con la capacidad de SCR con el fin de evitar una liberación reductora.

- 25 Se ha observado que, en determinadas condiciones operativas concurrentes con determinadas condiciones ambientales, no se alcanza nunca el umbral de temperatura de eficiencia del SCR, o se alcanza con un gran consumo de combustible y con las grandes emisiones correspondientes de hidrocarburos no quemados.

Además de estos problemas, la solución de urea acuosa inyectada aguas arriba del SCR tiende a cristalizar y a asentarse en las paredes del tubo de gases de escape hasta que la temperatura del tubo es baja.

- 30 Para dicho problema, de acuerdo con la técnica conocida en la técnica anterior, el tubo se calienta artificialmente, o se impide la inyección de urea, anulando la eficiencia del SCR.

Debido a la eficiencia inestable del SCR, la técnica conocida en la técnica anterior proporciona una recirculación de gases de escape continua, aunque de un modo ajustable, con una tasa mínima del 20 % de la masa total de aire que entra en el motor.

- 35 Sin embargo, cuando el SCR es completamente eficiente, el sistema es ineficiente como un todo, debido al trabajo de bombeo negativo del motor, que siempre está presente debido a la recirculación de gases de escape.

- 40 Además, cuando la espiral de EGR es del tipo de geometría variable, es más pequeña que la otra, con el fin de evitar que, en determinadas condiciones operativas del motor, el distribuidor respectivo tenga que cerrarse demasiado para determinar la contrapresión necesaria, lo que da como resultado demasiada energía transferida a la turbina, ya activada por la segunda espiral de distribuidor fijo y, por lo tanto, para evitar abrir la válvula de compuerta de residuos demasiado pronto, perdiendo energía útil. Como consecuencia, siempre se realiza el trabajo de bombeo negativo y se realiza por todos los cilindros del motor.

Sumario de la invención

Por lo tanto el objetivo de la presente invención es superar todos los inconvenientes mencionados anteriormente y

proporcionar un sistema de recirculación EGR, de tal manera que se minimicen el consumo de combustible y las emisiones, independientemente de las condiciones operativas del SCR y de las condiciones atmosféricas ambientales.

- 5 Otro objetivo de la presente invención es reducir el trabajo de bombeo negativo cuando el SCR sea completamente eficiente. A continuación, la eficiencia total del SCR hace referencia a una eficiencia respectiva que supera el 95 % con respecto a un valor nominal.

De acuerdo con la presente invención, las asignaciones de recirculación de gases de escape están en función de la eficiencia actual del SCR. En particular, el porcentaje de EGR recirculado es una función inversa de la eficiencia del SCR.

- 10 Tal eficiencia del SCR se ve afectada en primer lugar por la temperatura de funcionamiento de esta última, que, a su vez, depende del punto de funcionamiento del motor, del tiempo que el motor mantiene dicho punto de funcionamiento y de la temperatura ambiente y de la cantidad de solución de urea inyectada.

En segundo lugar, dicha eficiencia depende de la antigüedad del propio catalizador.

- 15 Cuando el SCR es completamente eficiente o tiene una alta eficiencia, es decir, superior al 85 %, es evidente que la cantidad de gases de escape recirculados debe reducirse considerablemente. Por lo tanto, sería deseable reducir el trabajo de bombeo de los cilindros cuando la cantidad de gases de escape recirculados sea baja.

De acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, es posible limitar el trabajo de bombeo negativo de una manera proporcional a la eficiencia del SCR.

- 20 Con el fin de limitar o de anular el trabajo de bombeo negativo del motor, de acuerdo con la presente invención, los efectos de los medios de recirculación de gases de escape se desvinculan de los efectos de los medios de sobrealimentación del motor.

En otras palabras, la contrapresión que es necesaria para la recirculación de los gases de escape, se controla sin tener ningún impacto en el reforzador de presión, es decir, en la sobrealimentación del propio motor.

- 25 De acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, se usa una turbina de doble espiral, en la que cada una de las espirales es del tipo de geometría variable, y pueden accionarse una con independencia de otra.

De acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, las secciones estáticas de efusión respectivas de ambas espirales están dimensionadas preferentemente como si el motor fuera del tipo sin EGR.

- 30 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, siendo la masa de los gases de escape recirculados por la espiral de EGR la misma, la turbina tiende a acelerar o decelerar de acuerdo con la cantidad de flujo de gas residual que pasa a través de la espiral de EGR: esto depende del punto de funcionamiento del motor. De acuerdo con la presente invención, el comportamiento de la turbina se controla por medio de la segunda espiral de geometría variable, concretamente la espiral no EGR.

- 35 De acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, la espiral de EGR tiene una sección estática respectiva cuya efusión es igual a la de la segunda espiral no EGR. Por lo tanto, una puede ser del tipo pared deslizante y la otra del tipo paleta deslizante.

De acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, las dos espirales tienen dimensiones y características idénticas.

La geometría variable es preferentemente del tipo conocido per se, en general del tipo paleta deslizante o del tipo pared deslizante.

- 40 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para regular el porcentaje de gas recirculado EGR.

En particular, los medios para regular la dinámica de fluidos interna de la segunda espiral se regulan también en función de la regulación de la espiral de EGR, de manera que la energía total transferida a la turbina equilibrará la potencia absorbida por el sobrealimentador o por un generador eléctrico accionado por la turbina.

- 45 Ventajosamente, es posible por lo tanto evitar que la turbina y/o el sobrealimentador se lleven a velocidades más altas que las admisibles, pero también regular la presión de refuerzo en el valor exacto requerido,

independientemente de la cantidad de EGR recirculada, sin usar necesariamente medios de regulación disipativos, como por ejemplo una válvula de compuerta de residuos.

De acuerdo con la presente invención, es posible realizar una regulación de EGR muy variable, del 1-2 % al 45 %.

5 Además, es posible regular la válvula de EGR también en función del tiempo de inyección de combustible de avance, de manera que, con la misma tasa de emisión, puede obtenerse un mejor consumo específico.

Al mismo tiempo, o como alternativa, es posible variar la cantidad de aditivo a base de urea inyectado aguas arriba del SCR para la reducción de emisiones contaminantes.

De acuerdo con la presente invención, el caudal de urea y el caudal de gas recirculado también puede regularse minimizando una función de coste basada en los precios unitarios del combustible y del aditivo.

10 El objeto de la presente invención es un método para hacer recircular gases de escape en un motor equipado con ATS, de acuerdo con la reivindicación 1.

Otro objeto de la presente invención es un motor de combustión interna sobrealimentado equipado con ATS que implementa el método mencionado anteriormente.

Un objeto adicional de la presente invención es un vehículo que comprende el sistema mencionado anteriormente.

15 Las reivindicaciones son una parte integral de la presente descripción.

Breve descripción de las figuras

Otros fines y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de una realización preferida (y de sus realizaciones alternativas) y de los dibujos que se adjuntan a la misma, que son meramente ilustrativos y no limitantes, en los que:

20 la figura 1 muestra un esquema general de un sistema de recirculación de gases de escape de acuerdo con la presente invención;
las figuras 2 y 3 muestran realizaciones alternativas preferidas de un componente del esquema mostrado en la figura 1.

En las figuras, los mismos números y letras de referencia identifican los mismos elementos o componentes.

25 Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

Con referencia a la figura 1, un motor de combustión interna E comprende un colector de admisión 4 y un par de colectores de escape 5 y 5', cada uno de los mismos conectado a la mitad del número de cilindros del motor E. Los dos colectores de escape son distintos y están separados uno de otro.

30 Cada uno de los dos colectores de escape está conectado a una de las dos espirales 10, 11 de la turbina 6. Solo uno de estos también comprende una rama 54 para la recirculación de gases de escape EGR. En particular, dicha rama 54 conecta el colector de escape 5 al colector de admisión 4.

La turbina 6 es del tipo de doble espiral, en la que se alojan unos distribuidores de geometría variable respectivos.

En particular, la espiral de EGR 10 está conectada con el colector de escape 5, mientras que la otra espiral 11 está conectada con el colector de escape 5'.

35 La salida de la turbina 6 está conectada al sistema de postratamiento de gases de escape ATS.

La turbina puede accionar el sobrealimentador 2 en rotación por medio de una conexión mecánica fija o por medio de un generador eléctrico que alimenta un motor eléctrico, que, a su vez, acciona el sobrealimentador 2.

40 El aire fresco se aspira por el sobrealimentador 2 a través de una caja de filtro de aire 1 y se enfría por medio de un enfriador 3 antes de entrar en el colector de admisión 4. Por lo tanto, la entrada del sobrealimentador está conectada a la caja de filtro 1 y su salida está conectada al colector de admisión 4 por medio de un enfriador 3.

De acuerdo con la realización alternativa mostrada en la figura 1, la rama de recirculación 54 también comprende, preferentemente, desde el escape hasta la admisión, su propio enfriador 9, denominado enfriador de EGR, y una válvula de retención 12 y un sensor que mide la masa de gases recirculados 13.

5 Es posible que, de acuerdo con una configuración no mostrada en las figuras, la rama 54 pueda conectarse al colector de admisión aguas arriba del enfriador 3. En tal caso, el enfriador de EGR 9 puede estar ausente.

De acuerdo con una realización alternativa preferida de la presente invención, la turbina 6 comprende dos espirales que tienen las mismas dimensiones, adecuadas para permitir el funcionamiento del motor E sin ninguna recirculación de gases de escape y sin disipar un trabajo de bombeo inútil para los cilindros conectados al colector de escape 5, cuando la recirculación de gases de escape no es necesaria. En otras palabras, la espiral de EGR 10 se dimensiona y puede controlarse de manera que, al menos en una condición operativa, en general a un número mayor o al mismo número de revoluciones que el par máximo, no genera suficiente contrapresión para la recirculación de gases de escape. En otras palabras, la presión en el colector de admisión es mayor que la presión en el colector de escape. Esto significa que la sección estática de efusión de la espiral de EGR se dimensiona como si el motor no tuviera EGR. De acuerdo con la presente invención, es posible hacer recircular los caudales de gases de escape comprendidos entre el 1-2 % y el 45 %, con la contrapresión necesaria, respectivamente. Por lo tanto, dicha contrapresión aumenta proporcionalmente a la masa de gas a recircular. Por el contrario, la variabilidad del caudal de gas a recircular, de acuerdo con la técnica anterior, es muy limitada, ya que la contrapresión está siempre presente, sobre todo en configuraciones en las que las espirales tienen formas y secciones estáticas de efusión diferentes.

20 Aunque la adopción de la turbina de doble espiral mencionada anteriormente, teniendo las dos espirales geometrías variables, no es necesariamente esencial, hace posible comprender y accionar la regulación de EGR que está en función de

- la eficiencia del SCR,
- el avance de inyección de combustible en los cilindros,
- 25 - la cantidad de solución de urea inyectada aguas arriba del SCR.

Por lo tanto, mientras que de acuerdo con la técnica anterior, debido a la variabilidad limitada de la regulación de EGR, una vez que se ha elegido el caudal de gases de escape promedio a recircular, todos los demás parámetros se establecen durante el diseño del sistema, de acuerdo con la presente invención, el hardware sigue siendo el mismo y la regulación de EGR puede variarse continuamente en función de la eficiencia del ATS, del avance de inyección y de la cantidad de aditivo inyectado.

De acuerdo con una realización alternativa preferida de la presente invención, puede solicitarse al conductor que, cuando llene el tanque de combustible y/o de aditivo, inserte el coste unitario del combustible y/o del aditivo.

Por lo tanto, la unidad de control de vehículo ECI, que gestiona el motor, puede favorecer un mayor consumo de combustible, es decir, una mayor recirculación de gases de escape, o un mayor consumo de aditivos, en relación con los costes respectivos, con el fin de minimizar los costes de funcionamiento totales del vehículo. De acuerdo con otra realización alternativa preferida de la invención, cuando se requiere la potencia más alta posible para el motor, es posible aumentar simultáneamente tanto el caudal de gases de escape recirculados como la cantidad de aditivo inyectado, con el fin de evitar la emisión de contaminantes, a la vez que aumentar el avance de inyección de combustible, es decir, el tiempo de inyección. Este último sigue estando en función de la eficiencia alcanzada por el SCR.

Por ejemplo, en caso de que se requiera la potencia máxima cuando el SCR esté frío, el aumento o la simple inyección de aditivo puede impedirse de todos modos con el fin de evitar la generación de cristales en el ATS.

Huelga decir que en tales circunstancias, el motor no puede entregar la potencia más alta posible, ya que un aumento de EGR determina una reducción de potencia que solo puede compensarse parcialmente por una variación, es decir, un avance, de la sincronización de inyección.

La unidad de control del motor E calcula la eficiencia del SCR:

- de acuerdo con las medidas de NOx detectadas aguas arriba y aguas abajo del SCR y/o
- de acuerdo con algoritmos basados en
 - o los parámetros operativos del motor, tales como el punto del motor y/o la temperatura del aceite y/o la temperatura del agua de refrigeración y/o
 - o los parámetros del propio SCR, tales como la temperatura aguas arriba y/o aguas abajo del SCR y/o
 - o los parámetros ambientales, tales como la temperatura y la humedad.

A continuación, la unidad de control, basándose en un umbral máximo de las emisiones de NOx, calcula un caudal de EGR a recircular y un caudal de aditivo a inyectar en el SCR. Por lo tanto, la unidad de control controla la espiral de EGR 10 de una manera consecuente.

5 Además, la unidad de control calcula una presión de refuerzo del motor y, por lo tanto, regula la espiral no EGR 11 en una manera que es complementaria a la regulación de la espiral 10, con el fin de proporcionar la energía Ecomp necesaria para el sobrealimentador.

De acuerdo con otra realización alternativa preferida de la invención, la unidad de control calcula dicho caudal de EGR basándose también en un caudal de solución acuosa inyectada predeterminado y/o en un avance de inyección predeterminado.

10 Dicho porcentaje de EGR necesario y/o dicho caudal de aditivo pueden calcularse, por ejemplo, por medio de una tabla de consulta o mediante un control de retroalimentación.

Basándose en la contrapresión necesaria, se identifica la sección de efusión equivalente de los gases de escape a través de la espiral de EGR. Por ejemplo, se varía la geometría de la espiral de EGR.

15 Un aumento de la contrapresión en la rama de EGR corresponde a una disminución del caudal de gas "residual" que atraviesa la espiral de la turbina de EGR, pero la velocidad de dicho gas residual se acelera contra el impulsor de la turbina, liberando su energía cinética sobre el impulsor de la turbina.

La energía cinética E_{cin_Egr} transferida a la turbina a partir de dicho caudal residual que atraviesa la espiral de EGR varía en relación con el punto de funcionamiento del motor y con la masa de gases recirculados M_{Egr} , por lo que $E_{cin_Egr} = f(M_{Egr}, BMEP, RPM)$, donde BMEP corresponde a la presión efectiva del medio de freno conocido, y RPM corresponde a las revoluciones por minuto del motor.

20

De acuerdo con la presente invención, la energía cinética E_{cin} transferida en su conjunto al impulsor de la turbina 6 se hace independiente de dicho caudal residual M_{Egr} y de su contenido de energía respectivo. Esto se obtiene regulando independientemente la segunda espiral. Por lo tanto, la velocidad de rotación del turbo-sobrealimentador se regula basándose solo en la sobrepresión que es necesaria para el sobrealimentador para la admisión, es decir, en la energía Ecomp que es necesaria para el sobrealimentador 2, haciendo que dicha sobrepresión sea independiente de la masa de gases recirculados. Dicha regulación, en particular, permite evitar que se alcance la velocidad límite nominal del turbo-sobrealimentador. En otras palabras, $E_{cin} = f(Ecomp)$.

25

Cuando el caudal de EGR es alto, es evidente que la contribución de la energía cinética ofrecida por la turbina de la espiral de EGR disminuye, pero se compensa por la segunda espiral 11.

30 Por lo tanto, cada espiral es capaz de transmitir más del 50 % de la energía cinética Ecomp que es necesaria para activar el conjunto de turbo-sobrealimentador, cuando los distribuidores respectivos se regulan a la mínima sección de efusión.

Esto también es ventajoso para dar una mayor progresión de aceleración al turbo-sobrealimentador a baja velocidad, con una reducción del tiempo de aceleración del vehículo. De acuerdo con la presente invención, a alta velocidad, es decir, a una velocidad que supera las revoluciones por minuto para el par máximo, los dos distribuidores se regulan de manera complementaria, es decir, uno en función de la EGR y el otro en función del reforzador de presión, sin superar los límites del diseño del turbo-sobrealimentador.

35

De acuerdo con otra realización alternativa preferida de la invención, para una velocidad de rotación inferior a la velocidad requerida para el par máximo, ambas espirales pueden regularse de manera que se transfiera la energía más alta posible a la turbina, con el fin de maximizar la presión de refuerzo y con esta también el par y, en consecuencia, la respuesta del motor.

40

En otras palabras, se favorece la potencia por encima del ahorro de combustible o de aditivo acuoso a base de urea.

En este caso, el caudal de EGR está en función de la potencia que se pretende entregar. Es decir, el caudal de EGR pasa a estar en función de la sobrealimentación del motor y ya no es una variable independiente, como se describe en las otras realizaciones alternativas. Solo si una válvula de regulación fina 8 está presente en la rama de EGR, entonces será posible regular el caudal de EGR independientemente de la sobrealimentación impuesta al motor.

45

Cuando la válvula de regulación fina no está presente, pueden regularse las espirales una vez que se conoce una potencia objetivo; se calcula el caudal de EGR recirculado y, por lo tanto, puede calcularse el caudal de aditivo y el avance de inyección, para garantizar el respeto a las regulaciones sobre emisiones. Sin duda, es más ventajoso tener también la válvula de regulación fina 8 de la EGR. Puesto que, cuando el SCR es completamente eficiente,

50

permite mantener alto el porcentaje de oxígeno que entra en el motor, con una combustión de combustible mejorada y, por lo tanto, un par más alto entregado por el motor.

5 También cabe señalar que, de acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, a lo largo de la conexión entre el colector de escape 5 y la entrada de la espiral de EGR 10, no hay presentes válvulas de regulación ni elementos de estrangulamiento adicionales.

La espiral 11 compensa el trabajo de la espiral 10, proporcionando:

- en algunas condiciones, una energía más alta para la turbina que la espiral 10, ya que esta última se regula en función del caudal de EGR,
- en otras condiciones, proporcionando menos energía a la turbina 6 que a la espiral 10, con el fin de evitar que el sobrealimentador alcance su tasa de velocidad de embalamiento.

15 Por ejemplo, en la condición en la que la turbina 6 está conectada mecánicamente con el sobrealimentador 2, la sección de efusión equivalente de la espiral 10 define una velocidad mínima de rotación del turbo-sobrealimentador. Cuando la velocidad de rotación del sobrealimentador supera un umbral predeterminado, la espiral 11 se controla de manera que abra sus paletas, o su pared, (ensanchando su sección de efusión) compensando la energía aumentada transferida a la turbina al atravesar la espiral 10.

20 Por el contrario, cuando la turbina está conectada a un generador, entonces la espiral puede regularse para proporcionar la energía necesaria para recargar las baterías del vehículo. De acuerdo con otra realización alternativa preferida de la invención, una válvula de regulación fina 8 y/o una válvula de retención 12 pueden estar presentes en la rama de EGR 54. Dicha válvula 8, representada en aras de completar el esquema de la figura 1, puede proporcionarse opcionalmente como un elemento de regulación adicional cuando el motor se usa en una misión que comprende condiciones transitorias frecuentes y rápidas.

En particular, la contrapresión puede ser tan baja que la válvula de regulación fina 8 y/o la válvula de retención 12 pueden evitar que el aire fresco eluda el motor E y llegue directamente a los gases de escape por medio de la rama de EGR 54.

25 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se describen a continuación realizaciones alternativas preferidas de la turbina de doble espiral que también son objeto de la presente invención. Con referencia a la figura 2, se muestra una turbina de doble espiral, siendo ambas espirales del tipo de geometría variable con paletas oscilantes.

30 En la figura, que muestra una sección de acuerdo con el eje del impulsor 62, es posible observar las espirales 106 y 116 con sus paletas oscilantes respectivas 80 y 81 controladas por los elementos de control respectivos 70 y 71. Dichos elementos de control son completamente independientes entre sí.

Los anillos de soporte 63 son adecuados para definir, junto con sus propias paletas, las direcciones de efusión que convergen en el impulsor.

35 El movimiento de las paletas con respecto a un eje de rotación respectivo, mostrado con una línea discontinua, determina las posiciones intermedias entre la apertura completa y el cierre de las paletas, sin que el cierre signifique un cierre completo, sino una sección de efusión más pequeña. Dicha tecnología se conoce per se en turbinas de espiral única. En las turbinas de doble espiral se conoce el uso de una sola serie de paletas oscilantes, de manera que interceptan el flujo que sale de ambas espirales. Esto, por supuesto, no permite regular la contribución de la espiral de una manera recíprocamente independiente.

40 Con referencia a la figura 3, se muestra una turbina de doble espiral 6 de acuerdo con la presente invención, que implementa la denominada tecnología de manguito deslizante en ambas espirales. En otras palabras, cada espiral tiene sus propios medios respectivos para regular la geometría interna. Los unos son independientes de los otros. De acuerdo con dicha solución, la regulación de efusión se realiza por medio de los elementos deslizantes de acuerdo con las flechas de doble cabeza, es decir, paralelas al eje de impulsor 62, para abrir completamente o para anular la abertura de entrada de los gases de escape. También en este caso, los elementos deslizantes pueden controlarse individualmente.

En las turbinas de espiral única también se conoce per se la denominada tecnología de manguito deslizante. La aplicación de un único manguito deslizante que intercepta simultáneamente el flujo de dos espirales también se conoce en la técnica, con los límites descritos anteriormente.

50 A continuación, se describe un método para controlar la turbina. De acuerdo con un primer aspecto, a baja velocidad, es decir, a una velocidad inferior a las revoluciones por minuto al par máximo, ambos distribuidores de las dos espirales se cierran para obtener la progresión máxima del turbo-sobrealimentador 6, 2.

Ventajosamente, dicha condición transitoria aumenta mucho la contrapresión, lo que facilita la recirculación de gases de escape. Es exactamente en las condiciones transitorias que las emisiones aumentan, por lo que dicha contrapresión que facilita la recirculación de gases de escape es especialmente ventajosa.

5 Por el contrario, a una velocidad estacionaria del turbo-sobrealimentador, la espiral de EGR se regula en función del caudal de EGR necesario, mientras que la otra espiral 11 se regula de una manera complementaria a la de la espiral 10 con el fin de proporcionar a la turbina 6 la energía Ecomp necesaria para el sobrealimentador.

El método se describe con referencia a los diagramas de bloques funcionales de la figura 4, en el que cada bloque está destinado a corresponderse con las funciones lógicas ejecutadas por el aparato que las realiza de la siguiente manera:

- 10 - etapa 30: cálculo de un caudal de gases de escape a recircular y de una presión de refuerzo del motor (E);
- etapa 31: regulación de la primera espiral (10) para realizar una contrapresión tal que garantice la recirculación de dicho caudal de gases de escape dada dicha presión de refuerzo;
- etapa 32: cálculo de una cantidad de energía proporcionada por dicha primera espiral (10) al impulsor de la turbina (6),
15 - etapa 33: cálculo de la cantidad restante de energía a proporcionar a dicho impulsor, en función de dicha presión de refuerzo;
- etapa 34: regulación de la segunda espiral (11) con el fin de transferir dicha cantidad restante al impulsor de la turbina (6).

20 Cuando la cantidad de EGR a recircular es insignificante o igual a cero, la espiral de EGR 10 puede regularse con el fin de ser tan abierta/cerrada como la segunda espiral 11. Si está presente una válvula de regulación fina 8, puede garantizarse dicha regulación idéntica a cualquier velocidad. Por el contrario, si dicha válvula de regulación fina no está presente, entonces la espiral de EGR 10 puede regularse para ser tan abierta/cerrada como la segunda espiral 11 hasta que la contrapresión sea tal que induzca la recirculación de gases de escape. Una vez que se ha superado dicho umbral, la regulación de cierre adicional es hasta la segunda espiral.

25 Ventajosamente, el hecho de que no haya un trabajo de bombeo cuando la recirculación de gases de escape no sea necesaria, de acuerdo con los ensayos realizados, permite obtener una mejora del rendimiento general del motor de al menos un 3-5 %, con un ahorro de combustible indudable.

30 Ventajosamente, la presente invención puede realizarse por medio de un programa informático, que comprende un medio de código de programa que realiza una o más etapas de dicho método, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador. Por esta razón, el alcance de la presente patente pretende cubrir también dicho programa informático y los medios legibles por ordenador que comprenden un mensaje grabado, comprendiendo dichos medios legibles por ordenador el medio de código de programa para realizar una o más etapas de dicho método, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

35 Será evidente para los expertos en la materia que pueden concebirse y ponerse en práctica otras realizaciones alternativas y equivalentes de la invención sin alejarse del alcance de la invención.

A partir de la descripción expuesta anteriormente será posible para los expertos en la materia materializar la invención sin necesidad de describir detalles de construcción adicionales. Los elementos y las características descritos en las diferentes realizaciones preferidas pueden combinarse sin alejarse del alcance de la presente solicitud.

40

REIVINDICACIONES

1. Sistema de recirculación de gases de escape en un motor sobrealimentado equipado con un dispositivo ATS (sistema de postratamiento), comprendiendo el motor (E)
 - un colector de admisión (4),
 - unos colectores de escape (5, 5'), estando al menos uno (5) de dichos colectores de escape conectado al colector de admisión (4) para hacer recircular un caudal de gases de escape (EGR) de acuerdo con unas condiciones operativas predeterminadas (rpm, T) del motor (E),
 - medios para monitorizar la eficiencia de dicho ATS,
 - medios de procesamiento configurados para controlar dicha recirculación de gases de escape en función de dicha eficiencia de dicho ATS, **caracterizado por que** un caudal de gases de escape recirculados es inversamente proporcional a la eficiencia de dicho ATS.

2. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos medios de inyección, en el ATS, de un aditivo acuoso para reducir las emisiones contaminantes, en el que dichos medios de procesamiento están configurados para regular dicho caudal de gases recirculados, con la misma eficiencia del ATS, también en función de un valor de avance del tiempo de inyección del combustible en los cilindros y/o en función de un caudal predeterminado de aditivo acuoso.

3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha regulación de dicho caudal de gases recirculados es directamente proporcional a dicho avance del tiempo de inyección y/o inversamente proporcional a dicho caudal de aditivo acuoso.

4. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 o 3, que comprende además
 - medios de detección de un procedimiento de llenado de un tanque de combustible o de un tanque de aditivo acuoso para reducir las emisiones contaminantes y
 - medios para obtener un valor de precio unitario de dicho combustible y de dicho aditivo acuoso, y
 en el que dicha regulación de dicho caudal de gases recirculados y de dicho caudal de aditivo acuoso también está en función de dicho precio unitario.

5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha regulación se realiza minimizando continuamente una función de coste basada en dichos precios unitarios.

6. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una turbina (6) de doble espiral (10, 11), en el que una primera espiral (10) tiene una entrada respectiva conectada con dicho primer colector de escape (5) y una segunda espiral (11) tiene una entrada respectiva conectada con dicho segundo colector de escape (5') y en el que los colectores de escape están separados uno de otro.

7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicha primera espiral (10) y dicha segunda espiral (11) tienen unas secciones estáticas de efusión respectivas que son iguales entre sí y que pueden regularse independientemente una de otra.

8. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 o 7, en el que dichas espirales son constructivamente idénticas entre sí.

9. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos medios para controlar la geometría de las espirales (10, 11) configurados para
 - regular (i) la primera espiral (10) en función de una masa de gases de escape a recircular (EGR),
 - regular (ii) la segunda espiral (11) en función de la energía total (Ecomp) a proporcionar a la turbina (6).

10. Sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha regulación se realiza en condiciones estacionarias de un conjunto de turbo-sobrealimentador (6, 2) que comprende dicha turbina (6) y un sobrealimentador (2) para sobrealimentar el motor (E) accionado por la turbina (2).

11. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 8 o 9, en el que dichas regulaciones (i, ii) se realizan con el fin de evitar que el turbo-sobrealimentador (6, 2) o el turbogenerador alcancen una tasa de velocidad de embalamiento.

12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la turbina acciona un generador eléctrico y dicha energía total está en función de la energía a transferir al generador eléctrico.

13. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha conexión entre dicho primer colector de escape (5) y dicho colector de admisión (4) comprende:

- 5
- una válvula de regulación fina del EGR (8) y/o
 - una válvula de retención (12) y/o
 - un enfriador de EGR (9).

10 14. Método de recirculación de gases de escape en un motor (E) sobrealimentado por un conjunto de turbina-sobrealimentador (6, 2) y equipado con ATS y medios para monitorizar la eficiencia del ATS, comprendiendo el método una etapa de monitorizar la eficiencia del ATS y una etapa de controlar continuamente dicha recirculación de gases de escape en función de dicha eficiencia del ATS.

15. Método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que un caudal de gases recirculados es inversamente proporcional a la eficiencia de dicho ATS.

15 16. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 14 o 15 anteriores, en el que el motor comprende unos medios de inyección, en el ATS, de un aditivo acuoso para reducir las emisiones contaminantes, comprendiendo el método una etapa de regular dicho caudal de gases recirculados, siendo la eficiencia del ATS la misma, también en función de un valor de avance del tiempo de inyección del combustible en los cilindros y/o en función de un caudal de aditivo acuoso predeterminado.

20 17. Método de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dicha regulación de dicho caudal de gases recirculados es directamente proporcional a dicho avance del tiempo de inyección y/o inversamente proporcional a dicho caudal de aditivo acuoso.

18. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 o 17, que comprende además las siguientes etapas:

- 25
- detección de un procedimiento de llenado de un tanque de combustible o de un tanque de aditivo acuoso para reducir las emisiones contaminantes y
 - adquisición de un valor de precio unitario de dicho combustible y de dicho aditivo acuoso, y

en el que dicha regulación de dicho caudal de gases recirculados y de dicho caudal de aditivo acuoso también está en función de dicho precio unitario.

30 19. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 14 a 18 anteriores, que comprende además la etapa de disponer una turbina (6) de doble espiral (10, 11) de manera que ambas espirales (10, 11) tengan una geometría variable, teniendo una espiral (10) unos medios para regular la geometría que son independientes de los medios para regular la geometría de la otra espiral (11).

20. Método de acuerdo con la reivindicación 19, que comprende la etapa de dimensionar una sección estática de efusión correspondiente de la primera espiral (10), que coopera en la recirculación de gases de escape, como si el motor (E) no estuviera provisto de EGR.

35 21. Método de acuerdo con las reivindicaciones 19 o 20 que comprende la etapa de dimensionar las secciones estáticas de efusión de las espirales (10, 11) de la misma manera una que otra.

22. Programa informático que comprende un medio de código de programa que realiza todas las etapas de las reivindicaciones 15 a 19, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

40 23. Medios legibles por ordenador que comprenden un programa grabado, comprendiendo dichos medios legibles por ordenador un medio de código de programa que realiza todas las etapas de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 19, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

24. Vehículo terrestre que comprende un motor de combustión interna sobrealimentado equipado con ATS y **caracterizado por que** comprende un sistema de recirculación de gases de escape de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14.

45

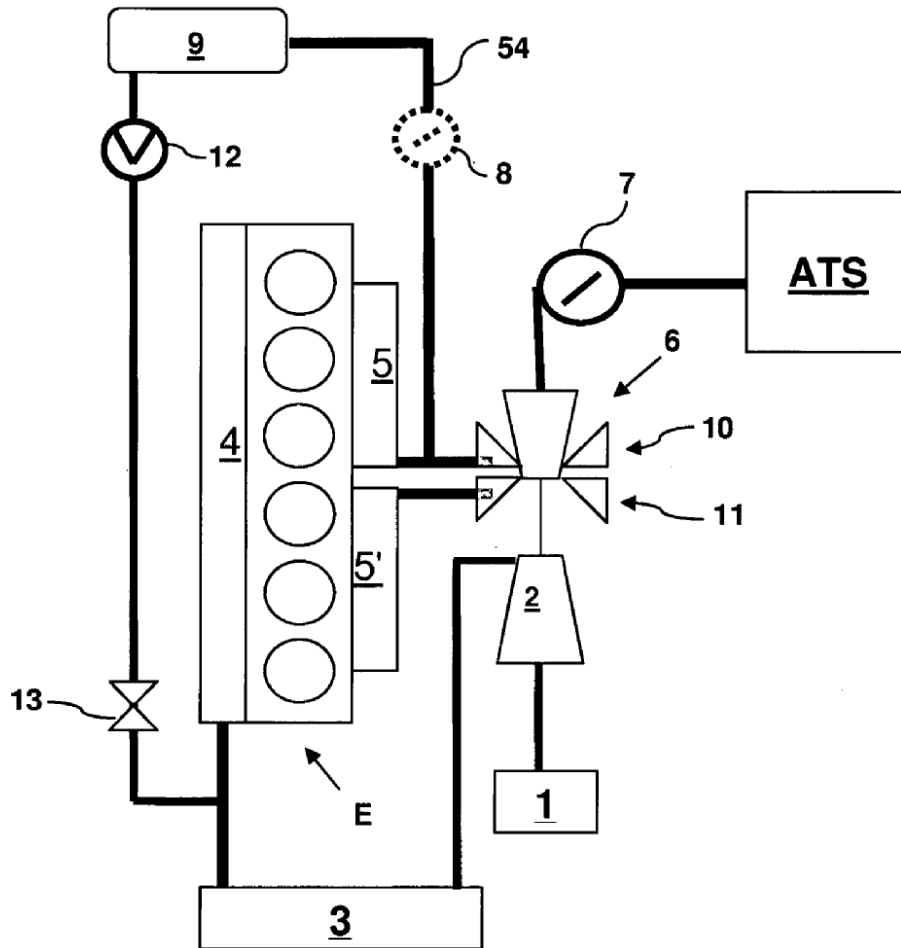


Fig. 1

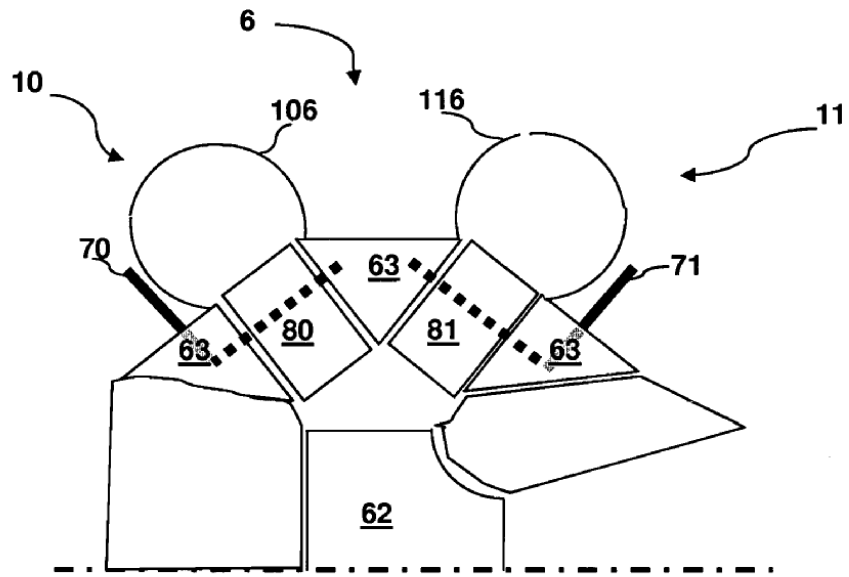


Fig. 2

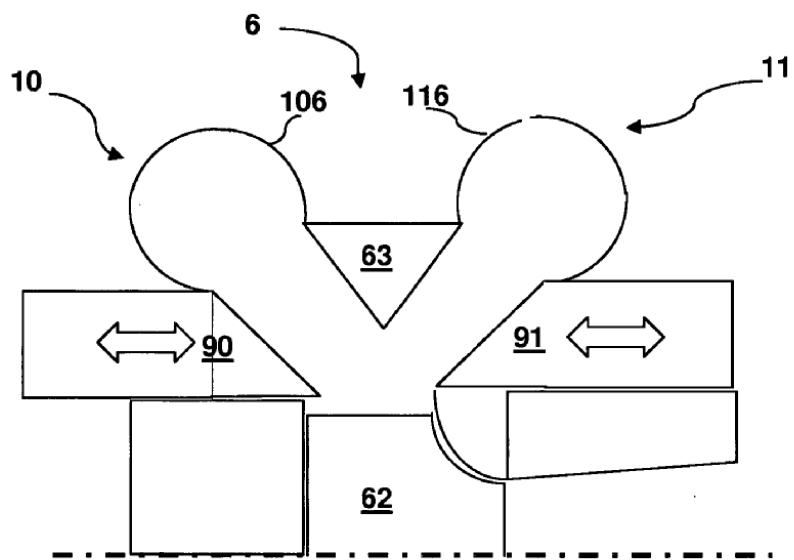


Fig. 3