

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 305**

51 Int. Cl.:

F02D 41/00	(2006.01) F02M 26/10	(2006.01)
F01N 3/20	(2006.01) F02M 26/05	(2006.01)
F02D 41/02	(2006.01) F02M 26/23	(2006.01)
F02D 21/08	(2006.01) F02M 26/43	(2006.01)
F02D 23/02	(2006.01) F02M 26/47	(2006.01)
F01N 5/04	(2006.01) F02D 41/38	(2006.01)
F01N 13/10	(2010.01) F02D 41/40	(2006.01)
F02B 33/32	(2006.01)	
F02B 37/22	(2006.01)	
F02B 39/10	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2012** **E 12199696 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019** **EP 2749758**

54 Título: **Método y aparato para controlar catalizador EGR y un SCR dependiendo del coste unitario de combustible y aditivo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.05.2020

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 2 761 305 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 catalizador EGR y un SCR dependiendo del coste unitario de combustible y aditivo

5 Campo de aplicación de la invención.

La presente invención se refiere al campo del sistema para la recirculación de gases de escape, 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).

10 Descripción de la técnica anterior.

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

15 Recientemente, sin embargo, cuando se han impuesto límites nuevos y más estrictos, todos los fabricantes se vieron obligados a implementar también un dispositivo para reducir los NOx, denominado SCR. Este un reactor químico que utiliza 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.

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

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

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

30 Una de estas, por ejemplo, proporciona postinyecciones de combustible, otra proporciona una asfixia del escape, de modo que el punto del motor varía artificialmente con un aumento del consumo de combustible.

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

Además de tales problemas, la solución acuosa de urea inyectada aguas arriba del SCR tiende a cristalizarse y asentarse en las paredes de la tubería de gas de escape hasta que la temperatura de la tubería es baja.

40 Para tal problema, de acuerdo con la técnica conocida en el arte, la tubería se calienta artificialmente o se inhibe la inyección de urea, anulando la eficiencia de la SCR.

45 Debido a la eficiencia inestable del SCR, la técnica conocida en el arte proporciona una recirculación continua de los gases de escape, aunque sea de forma ajustable, con una tasa mínima del 20% de la masa de aire total que ingresa al motor.

Sin embargo, cuando el SCR es completamente eficiente, el sistema es ineficiente en su conjunto, debido al trabajo de bombeo negativo del motor, que siempre está presente debido a la recirculación de los gases de escape.

50 Además, cuando la espiral del EGR es del tipo de geometría variable, es más pequeña que la otra, para evitar que, en ciertas condiciones de funcionamiento del motor, el distribuidor respectivo tenga que estar demasiado cerrado para determinar la contrapresión necesaria, lo que resulta en demasiada energía transferida a la turbina, ya activada por la segunda espiral del distribuidor fijo y, por lo tanto, para evitar abrir la válvula de compuerta de desechos demasiado pronto, perdiendo energía útil. Como consecuencia, el trabajo de bombeo negativo siempre se realiza y lo realizan todos los cilindros del motor.

55 Con tales premisas, cualquier regulación relacionada con el consumo de aditivos acuosos, inyectada en el ATS aguas arriba del SCR, es fija y depende solo del punto del motor.

60 El documento US2007163244 divulga un método que determina el coste de operar un motor de combustión y el coste de operar un dispositivo de postratamiento de emisiones para minimizar los costes generales.

65 El documento US2006184307 divulga un sistema de asistencia de viaje que busca en una estación de servicio más cercana en base a información de navegación y predice una cantidad de solución acuosa de urea consumida hasta que se alcanza la estación de servicio.

Resumen de la invención

- 5 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es superar todos los inconvenientes mencionados anteriormente para proporcionar un sistema de recirculación de EGR de modo que el consumo de combustible y las emisiones se optimicen, respetando los límites de emisión, independientemente de las condiciones de funcionamiento del SCR y de las condiciones atmosféricas ambientales.
- 10 Otro objetivo de la presente invención es reducir el trabajo de bombeo negativo cuando el SCR es completamente eficiente. A continuación, la eficiencia total del SCR se refiere a una eficiencia respectiva superior al 95% con respecto a un valor nominal.
- 15 De acuerdo con la presente invención, cuando el SCR es completamente eficiente, los mapeos de recirculación de gases de escape y el caudal de aditivo acuoso, generalmente a base de urea, se calculan mediante una minimización de una función de coste basada en los costes unitarios del aditivo y del combustible.
- 20 De acuerdo con la presente invención, los mapeos de recirculación de gases de escape y el caudal de aditivo acuoso se calculan para maximizar una función de la distancia que puede cubrir el vehículo, en función de las cantidades residuales de combustible y aditivo en el respectivo tanque. Para este fin, puede ser útil construir una ecuación de acuerdo con un método de programación lineal, o de acuerdo con el método Simplex, o de acuerdo con otros métodos, como los métodos de Fourier.
- 25 Por lo tanto, es posible extender la distancia que puede cubrir el vehículo hasta el próximo llenado del combustible o del tanque de aditivos.
- 30 Por lo tanto, mientras que, en una primera fase, es decir, cuando el SCR no es completamente eficiente, el EGR puede regularse para reducir la emisión de contaminantes, posteriormente, cuando el SCR es completamente eficiente, el EGR puede regularse en orden para minimizar los costes de mantenimiento del vehículo o para maximizar la distancia que el vehículo aún puede cubrir, sobre la base de la cantidad de combustible y aditivo almacenado en sus respectivos tanques.
- 35 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, preferiblemente cuando la cantidad residual de combustible y/o la cantidad residual de aditivo están por debajo de un porcentaje predeterminado, en lugar de minimizar los costes de mantenimiento, se maximiza la distancia restante que el vehículo puede cubrir, por lo tanto, la función de coste se basa en la distancia a cubrir y no en los costes residuales.
- 40 En segundo lugar, dicha eficiencia de SCR depende del envejecimiento del catalizador en sí. Por lo tanto, a medida que el SCR envejece y su eficiencia máxima disminuye, la ECU puede regular el caudal de EGR para compensar dicha descomposición por medio del EGR, reduciendo la producción de NOx "en el cilindro" y asegurando la reducción de las emisiones de contaminantes con el tiempo.
- 45 Para darse cuenta de lo dicho anteriormente, el trabajo de bombeo negativo para crear la contrapresión necesaria que sea funcional para la recirculación de gases de escape debe ser completamente ajustable en un intervalo muy grande de porcentajes de gas recirculado, es decir, del 1-2% al 45%.
- 50 Esto se debe a que la regulación de EGR ya no es solo una función del punto del motor, sino también de los costes de combustible y aditivos y de la eficiencia SCR.
- 55 Todo esto debe realizarse sin tener ningún impacto en la sobrepresión, es decir, en la sobrealimentación del motor en sí, que está estrictamente conectado a la contrapresión realizada en el escape.
- De acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, se usa una turbina de doble entrada, en la que cada una de las volutas es del tipo de geometría variable, y puede accionarse independientemente una de la otra.
- De acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, las secciones estáticas de efusión respectivas de ambos espirales se dimensionan preferiblemente como si el motor fuera del tipo sin EGR.
- 60 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, la masa del gas de escape recirculada por la espiral del EGR es la misma, la turbina tiende a acelerar o disminuir de acuerdo con la cantidad de flujo de gas residual que pasa a través de la espiral EGR: esto depende del punto de funcionamiento del motor. De acuerdo con la presente invención, el comportamiento de la turbina se controla mediante la segunda espiral de geometría variable, a saber, la espiral sin EGR. De acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, la espiral EGR tiene una sección estática respectiva cuyo derrame es igual a la segunda espiral que no es EGR. Por lo tanto, uno puede ser del tipo de pared deslizante y el otro del tipo de pala deslizante.
- 65 De acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, las dos espirales tienen dimensiones y características idénticas.

La geometría variable es preferiblemente del tipo conocido per se, generalmente de la pala deslizante o del tipo de pared deslizante.

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

10 En particular, los medios para regular las dinámicas del fluido interno de la segunda espiral están regulados también en función de la regulación de la espiral EGR, de modo que la energía total transferida a la turbina equilibrará la potencia absorbida por el sobrealimentador o por un generador eléctrico accionado por la turbina.

15 Ventajosamente, es posible evitar llevar la turbina y/o el sobrealimentador a velocidades superiores a las admisibles, pero también regular la presión de refuerzo al valor exacto requerido, independientemente de la cantidad de EGR recirculado, sin usar necesariamente medios de regulación disipativa, como por ejemplo una válvula de compuerta de residuos.

20 De acuerdo con la presente invención, es posible realizar una gran cantidad de regulaciones de EGR, de 1-2% a 45%. Además, es posible regular el caudal de EGR también en función del tiempo de inyección de combustible por adelantado, de modo que se pueda obtener un mejor consumo específico, siendo las emisiones las mismas.

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 las emisiones contaminantes.

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

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

30 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.

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

Breve descripción de las figuras

40 Otros propósitos y ventajas de la presente invención quedarán claros a partir de la siguiente descripción detallada de una realización preferida (y de sus realizaciones alternativas) y los dibujos que se adjuntan a la presente, que son meramente ilustrativos y no limitativos, en los que:

45 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.

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

Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención.

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

60 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 ellos comprende también una rama 54 para la recirculación de gases de escape EGR. En particular, dicha rama 54 conecta el colector 5 de escape al colector 4 de admisión.

La turbina 6 es del tipo de doble entrada, en el que se alojan los respectivos distribuidores de geometría variable.

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

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.

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

10 De acuerdo con la realización alternativa mostrada en la figura 1, también la rama 54 de recirculación comprende preferiblemente, desde el escape hasta la entrada, su propio enfriador 9, llamado enfriador EGR, y una válvula de retención 12 y un sensor que mide la masa 13 de gas recirculado.

15 Posiblemente, de acuerdo con una configuración no mostrada en las figuras, la rama 54 puede estar conectada al colector de admisión aguas arriba del enfriador 3. En tal caso, el enfriador 9 de EGR puede estar ausente.

20 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 el trabajo de bombeo inútil a los cilindros conectados al colector 5 de escape, cuando no es necesaria la recirculación de gases de escape. En otras palabras, la espiral 10 de EGR está dimensionada y controlable de modo que, al menos en una condición operativa, generalmente a un número de revoluciones mayor o igual que/como el par máximo, no genera suficiente contrapresión para la recirculación del gas de escape. En otras palabras, la presión en el colector de admisión es más alta que la presión en el colector de escape. Esto significa que la sección estática de efusión de la espiral EGR está dimensionada como si el motor no tuviera EGR. De acuerdo con la presente invención, es posible recircular caudales de gases de escape comprendidos entre 1-2% y 45%, con la contrapresión necesaria, respectivamente. Así, 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 siempre está presente, sobre todo en configuraciones en las que los espirales tienen diferentes formas y secciones estáticas de efusión.

30 Aunque la adopción de la turbina de doble entrada mencionada anteriormente, ambos espirales con geometrías variables, no es necesariamente esencial, hizo posible comprender y accionar la regulación EGR que es una función de

35 - la eficiencia SCR,
del tiempo de inyección anticipada de combustible en los cilindros,
de la cantidad de solución de urea inyectada aguas arriba del SCR.

40 Por lo tanto, aunque de acuerdo con la técnica anterior, debido a la variabilidad limitada de la regulación de EGR, una vez que se ha elegido un caudal de gas de escape promedio para 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 se puede variar continuamente en función de la eficiencia del ATS, del tiempo de inyección de combustible por adelantado y de la cantidad de aditivo inyectado.

45 De acuerdo con una realización alternativa preferida de la presente invención, cuando el conductor llena el combustible y/o el tanque de aditivos, se le puede pedir que inserte el coste unitario del combustible y/o del aditivo.

50 Por lo tanto, la unidad de control del vehículo ECI, que gestiona el motor, puede privilegiar un mayor consumo de combustible, a saber, una mayor recirculación de gases de escape, o un mayor consumo de aditivos, en relación con los costes respectivos, para minimizar los costes operativos generales del vehículo

55 De acuerdo con una realización alternativa preferida adicional de la invención, cuando se requiere la mayor potencia posible para el motor, es posible aumentar simultáneamente tanto el caudal de gas de escape recirculado como la cantidad de aditivo inyectado, para evitar la emisión contaminante, al tiempo que aumenta el avance de la inyección de combustible, es decir, el tiempo de inyección. Este último sigue siendo una función de la eficiencia alcanzada por el SCR.

60 Por ejemplo, en caso de que se requiera la potencia máxima cuando el SCR está frío, el aumento o la simple inyección de aditivo puede inhibirse de todos modos para evitar la generación de cristales en el ATS.

65 No hace falta 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 puede compensarse solo parcialmente por una variación, es decir, un avance, de la sincronización de la 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

5 - parámetros de funcionamiento del motor, como el punto del motor y/o la temperatura del aceite y/o la temperatura del agua de refrigeración y/o

10 - parámetros del SCR en sí, como la temperatura aguas arriba y/o aguas abajo del SCR y/o

- parámetros ambientales como la temperatura y la humedad.

15 Luego, la unidad de control, sobre la base de un umbral máximo de emisiones de NOx, calcula un caudal de EGR para recircular y un caudal de aditivo para inyectarse en el SCR. Así, la unidad de control controla la espiral 10 de EGR de una manera consecuente.

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

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

25 Se puede calcular dicho porcentaje de EGR necesario y/o dicho caudal de aditivo, por ejemplo, mediante una tabla de consulta o mediante un control de retroalimentación.

30 En base a la contrapresión necesaria, se identifica la sección de efusión equivalente del gas de escape a través de la espiral EGR. Por ejemplo, la geometría de la espiral EGR es variada.

Un aumento de la contrapresión en la rama de EGR corresponde a una disminución del caudal de gas "residual" que cruza 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 en el impulsor de la turbina.

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

40 De acuerdo con la presente invención, la energía cinética E_{cin} transferida en su totalidad 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 solo en función de la sobrepresión que es necesaria para el sobrealimentador para la admisión, es decir, de la energía Ecomp que es necesaria para el sobrealimentador 2, lo que hace que dicha sobrepresión sea independiente de la masa del gas recirculado. Dicha regulación, en particular, permite evitar alcanzar la velocidad límite nominal del turbo-sobrealimentador. En otras palabras, $E_{cin} = f(E_{comp})$.

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

55 Por lo tanto, cada espiral puede transmitir más del 50% de la energía cinética Ecomp que es necesaria para activar el conjunto de turbo-sobrealimentador, cuando los respectivos distribuidores están regulados en la sección de efusión mínima. Esto es ventajoso también para dar una mayor progresión de aceleración al turbo-sobrealimentador a baja velocidad, con un tiempo de aceleración reducido del vehículo. De acuerdo con la presente invención, a alta velocidad, es decir, a una velocidad que excede las revoluciones por minuto para el par máximo, los dos distribuidores están regulados de forma complementaria, es decir, uno en función del EGR y el otro en función de la sobrepresión, sin exceder los límites del diseño del turbo-sobrealimentador.

60 De acuerdo con otra realización alternativa preferida de la invención, para una velocidad de rotación inferior a la velocidad requerida para el par máximo, ambos espirales pueden regularse de modo que se transfiera la energía más alta posible a la turbina, para maximizar la sobrepresión y con ello también el par y, en consecuencia, la respuesta del motor.

65 En otras palabras, se privilegia la potencia sobre el ahorro de combustible o aditivo acuoso a base de urea.

En este caso, el caudal de EGR es una función dependiente de la potencia que se pretende suministrar. Es decir, el caudal de EGR se convierte en una función de la sobrealimentación del motor y ya no es una variable independiente, como se describe en las otras realizaciones alternativas.

5 Por lo tanto, cuando se requiere la potencia máxima, la inyección de aditivo acuoso se regula a un nivel de saturación máximo y la recirculación de gases de escape se regula en función de un valor adelantado del tiempo de inyección de combustible en los cilindros, que, a su vez, privilegia la máxima potencia. En otras palabras, tanto el avance de la inyección de combustible como la inyección de aditivo acuoso se llevan al nivel más alto posible, en relación con el punto del motor, y el EGR está regulado para limitar las emisiones de contaminantes dentro de los límites impuestos por las regulaciones, como una función de la eficiencia SCR.

10 A continuación, se indica que el activo se lleva a un punto de saturación máximo, con la intención de que se lleve a un nivel límite, excediendo el amoníaco dispersado en el medio ambiente.

15 Solo si una válvula 8 de regulación fina está presente en la rama EGR, entonces es posible regular el caudal de EGR independientemente de la sobrealimentación impuesta al motor.

20 Cuando la válvula de regulación fina no está presente, una vez que se conoce la potencia objetivo, los espirales se pueden regular; se calcula el caudal de recirculación de EGR y, por lo tanto, se puede calcular el caudal de aditivo y el avance de la inyección para garantizar el respeto de las normas sobre emisiones. Es ciertamente más ventajoso tener también la válvula 8 de regulación fina de la EGR. Dado que, cuando el SCR es completamente eficiente, permite mantener alto el porcentaje de oxígeno que ingresa al motor, con una combustión de combustible mejorada y, por lo tanto, un mayor par suministrado por el motor.

25 También se debe tener en cuenta que, de acuerdo con una realización alternativa preferida de la invención, a lo largo de la conexión entre el colector 5 de escape y la entrada de la espiral 10 de EGR, no hay más válvulas de regulación o elementos de asfixia.

30 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 está regulada en función del caudal de EGR,

35 - en otras condiciones, proporcionando menos energía a la turbina 6 que la espiral 10, para evitar que el sobrealimentador alcance su velocidad de descontrol.

40 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 excede un umbral predeterminado, la espiral 11 se controla para que abra sus palas o su pared (ampliando su sección de derrame) compensando el aumento de energía transferida a la turbina cruzando la espiral 10.

45 Por el contrario, cuando la turbina está conectada a un generador, la espiral puede regularse para proporcionar la energía necesaria para recargar las baterías del vehículo.

50 De acuerdo con una realización alternativa preferida adicional de la invención, una válvula 8 de regulación fina y/o una válvula 12 de retención pueden estar presentes en la rama 54 de EGR. Dicha válvula 8, representada por completo en 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 rápidas y frecuentes.

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

De acuerdo con otro aspecto de la invención, ahora se describen realizaciones alternativas preferidas de la turbina de doble entrada que también son objeto de la presente invención.

60 Con referencia a la figura 2, se muestra una turbina de doble entrada, siendo ambas espirales del tipo de geometría variable con palas oscilantes.

En la figura, que muestra una sección de acuerdo con el eje del impulsor 62, es posible observar los espirales 106 y 116 con sus respectivas palas 80 y 81 oscilantes controladas por los respectivos elementos 70 y 71 de control. Tales elementos de control son totalmente recíprocamente independientes.

65 Los anillos 63 de soporte son adecuados para definir, junto con las palas mismas, direcciones de efusión que convergen en el impulsor.

5 El movimiento de las palas con respecto a un eje de rotación respectivo, que se muestra con una línea discontinua, determina las posiciones intermedias entre la apertura total y el cierre de las palas. En donde el cierre no significa un cierre completo, sino una sección de derrame más pequeña. Dicha tecnología es conocida per se en turbinas de una sola espiral. En las turbinas de doble entrada, se sabe que utiliza una sola serie de palas oscilantes para que intercepten el flujo que dejan ambas espirales. Esto, por supuesto, no permite regular la contribución de la espiral de una manera recíprocamente independiente.

10 Con referencia a la figura 3, se muestra una turbina 6 de doble entrada de acuerdo con la presente invención, que implementa la denominada tecnología de casquillo deslizante en ambos espirales. En otras palabras, cada espiral tiene sus propios medios respectivos para regular la geometría interna. Los que son independientes de los demás. De acuerdo con dicha solución, la regulación del derrame se realiza por medio de los elementos deslizantes de acuerdo con las flechas de doble cabeza, concretamente paralelas al eje 62 del impulsor, para abrir completamente o para la apertura de entrada anular del gas de escape. También en este caso, los elementos deslizantes pueden controlarse individualmente. También la denominada tecnología de casquillo deslizante es conocida per se en turbinas de una sola espiral. La aplicación de un único casquillo deslizante que intercepta simultáneamente el flujo de dos espirales también se conoce en la técnica, con los límites descritos anteriormente.

20 Se describe ahora un método para controlar la turbina.

De acuerdo con un primer aspecto, a baja velocidad, es decir, a una velocidad inferior que las revoluciones por minuto a un par máximo, ambos distribuidores de las dos espirales están cerrados para obtener la máxima progresión del turboalimentador 6,2.

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

30 A una velocidad estacionaria del turbocompresor, por el contrario, la espiral EGR está regulada en función del caudal de EGR necesario, mientras que la otra espiral 11 está regulada de forma complementaria a la espiral 10 para proporcionar a la turbina 6 la energía Ecomp necesaria para el sobrealimentador.

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

- Paso 30: cálculo del caudal de los gases de escape a recircular y de una presión de refuerzo del motor (E);
- paso 31: regulación de la primera espiral (10) para realizar una contrapresión tal que para asegurar la recirculación de dicho caudal de gas de escape dada dicha sobrepresión;
- 40 - Paso 32: cálculo de una cantidad de energía proporcionada por dicha primera espiral (10) al impulsor de la turbina (6),
- Paso 33: cálculo de la cantidad de energía restante que se proporcionará a dicho impulsor, en función de dicha sobrepresión;
- 45 - Paso 34: regulación de la segunda espiral (11) para transferir dicha cantidad restante al impulsor de la turbina (6).

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

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

60 La presente invención puede realizarse ventajosamente por medio de un programa informático, que comprende medios de código de programa que realizan uno o más pasos de dicho método, cuando dicho programa se ejecuta en la unidad de control del motor. Por esta razón, el alcance de la presente patente está destinado a cubrir también dicho programa informático y los medios legibles por ordenador que comprenden un mensaje grabado, tales medios legibles por ordenador que comprenden los medios de código de programa para realizar uno o más pasos de dicho método, cuando dicho programa se ejecuta en la unidad de control del motor.

Será evidente para la persona experta en la técnica que otras realizaciones alternativas y equivalentes de la invención pueden concebirse y reducirse a la práctica sin apartarse del alcance de la invención.

- 5 A partir de la descripción expuesta anteriormente, será posible para el experto en la materia incorporar la invención sin necesidad de describir detalles de construcción adicionales. Los elementos y las características descritas en las diferentes realizaciones preferidas pueden combinarse sin apartarse del alcance de la presente solicitud tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Vehículo terrestre que comprende un motor de combustión interna sobrealimentado equipado con un sistema de tratamiento posterior (ATS) y un sistema de recirculación de gases de escape, comprendiendo el motor (E)
- 5 - un colector (4) de admisión,
- colectores (5, 5') de escape, al menos uno (5) de dichos colectores de escape está conectado al colector (4) de admisión para recircular un caudal de gas de escape (EGR) de acuerdo con las condiciones de funcionamiento predeterminadas (rpm, T) del motor (E),
- 10 - medios de inyección, en el ATS, de un aditivo acuoso para reducir las emisiones de contaminantes,
- unidad de control configurada para controlar continuamente dicha recirculación de gases de escape y dicha inyección de aditivo acuoso, maximizando una distancia a cubrir en función de las cantidades residuales del combustible y del aditivo;
- 15 caracterizado porque dicha unidad de control está configurada, en caso de potencia máxima requerida para el motor, para regular dicha inyección de aditivo acuoso a un nivel de saturación máximo, y también para regular dicha recirculación de gases de escape en función de un valor adelantado del tiempo de inyección de combustible en los cilindros del motor de combustión interna.
- 20 2. Vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha unidad de control está configurada para llevar a cabo dicha maximización cuando la cantidad residual de combustible y/o la cantidad residual de aditivo están por debajo de un porcentaje predeterminado, en lugar de minimizar una función de coste basada en los costes unitarios del aditivo y del combustible.
- 25 3. Vehículo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende además medios para detectar la eficacia del ATS, y en el que dicha unidad de control está configurada para controlar dicha recirculación y dicha inyección de aditivo acuoso también en función de la eficacia de dicho ATS.
- 30 4. Vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha regulación de dicha recirculación de gases de escape es directamente proporcional a dicho avance del tiempo de inyección de combustible en los cilindros.
- 35 5. Vehículo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además
- medios para adquirir nuevos valores de precio unitario de dicho combustible y de dicho aditivo acuoso, y/o
- medios para detectar cantidades residuales de combustible y de aditivo acuoso,
- 40 y medios para actualizar el cálculo de dicha función de coste, de acuerdo con dichos nuevos valores.
6. Vehículo de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además medios para detectar un procedimiento de llenado del combustible y del tanque de aditivo acuoso, siendo dichos medios de detección adecuados para activar dichos medios de adquisición de dichos nuevos valores de precio unitario, cuando se detecta un procedimiento de llenado.
- 45 7. Vehículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una turbina (6) de doble entrada (10,11), en la que una primera espiral (10) tiene una entrada respectiva conectada con dicho al menos un primer colector (5) de escape y una segunda espiral (11) tiene una entrada respectiva conectada con dicho segundo colector (5') de escape y en el que los colectores de escape están separados entre sí.
- 50 8. Vehículo de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha primera espiral (10) y dicha segunda espiral (11) tienen secciones estáticas de efusión respectivas que son iguales entre sí y que pueden regularse independientemente una de otra.
- 55 9. Vehículo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8, en el que dichas espirales son constructivamente idénticas entre sí.
- 60 10. Vehículo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además medios para controlar la geometría de los espirales (10, 11) configurados para
- regular (i) la primera espiral (10) en función de una masa de gases de escape a recircular (EGR),
- 65 - regular (ii) la segunda espiral (11) en función de la energía total (Ecomp) proporcionada a la turbina (6).

11. Vehículo de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicha regulación se realiza en condiciones estacionarias de un conjunto (6,2) turbocompresor que comprende dicha turbina (6) y un sobrealimentador (2) para sobrealimentar el motor (E) accionado por la turbina (2)
- 5 12. Vehículo de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 u 11 anteriores, en el que dichas regulaciones (i, ii) se realizan para evitar que el turbo-sobrealimentador (6, 2) o el turbogenerador alcancen una tasa de velocidad de embalamiento.
- 10 13. Vehículo de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la turbina acciona un generador eléctrico y dicha energía global es función de una energía que se transfiere al generador eléctrico.
14. Vehículo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha conexión entre dicho primer colector (5) de escape y dicho colector (4) de admisión comprende:
- 15 - una válvula de regulación fina del EGR (8) y/o
- una válvula de retención (12) y/o
- 20 - un enfriador de EGR (9).
- 25 15. Método de recirculación de gases de escape en un vehículo terrestre que incluye un motor (E) sobrealimentado por un conjunto (6, 2) de turbina-sobrealimentador y equipado con ATS y con medios de inyección de un aditivo acuoso para reducir las emisiones contaminantes; comprendiendo el método el paso de controlar dicha recirculación de gases de escape y dicha inyección de aditivo acuoso para maximizar una distancia a cubrir en base a cantidades residuales del combustible y del aditivo caracterizado en el paso de, en caso de máxima potencia requerida para el motor, regular dicha inyección de aditivo acuoso a un nivel de saturación máximo, y también regular dicha recirculación de gases de escape en función de un valor adelantado del tiempo de inyección de combustible en cilindros de dicho motor de combustión interna.
- 30 16. Método de acuerdo con la reivindicación 15, en el que dicho ATS comprende medios de detección de una eficiencia del ATS, y en el que dicha función de coste también es una función de la eficiencia de dicho ATS.
- 35 17. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 15 o 16, en el que, en caso de que se requiera la máxima potencia para el motor, dicha inyección de aditivo acuoso se regula a un nivel de saturación máximo, y dicha recirculación de gases de escape se regula en función de un valor anticipado del tiempo de inyección de combustible en el motor.
- 40 18. Método de acuerdo con la reivindicación 17, en el que dicha recirculación de gases de escape es directamente proporcional a dicho avance del tiempo de inyección de combustible.
- 45 19. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 15-18, que comprende además una etapa preliminar de adquisición de nuevos valores de precio unitario de dicho combustible y de dicho aditivo acuoso, y medios para actualizar el cálculo de dicha función de coste, de acuerdo con dichos nuevos valores.
- 50 20. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores de la 15 a la 19, que comprende además el paso de disponer una turbina de doble (6) de doble entrada (10, 11) de modo que ambas espirales (10, 11) tengan una geometría variable, una espiral (10) que tiene medios para regular la geometría que son independientes de los medios para regular la geometría de la otra espiral (11).
- 55 21. Método de acuerdo con la reivindicación 20, que comprende el paso de dimensionar una sección estática de efusión correspondiente de la primera espiral (10), cooperando en la recirculación de gases de escape, como si el motor (E) no estuviera provisto de EGR.
22. Método de acuerdo con las reivindicaciones 20 o 21, que comprende el paso de dimensionar secciones estáticas de efusión de los espirales (10, 11) de una manera igual entre sí.
23. Un programa informático que comprende medios de código informático adaptados para realizar todos los pasos de las reivindicaciones 15 a 19, cuando dicho programa se ejecuta en la unidad de control de la reivindicación 1.
- 60 24. Medios legibles por ordenador que comprenden un programa grabado, dichos medios legibles por ordenador que comprenden medios de código de programa adaptados para realizar todos los pasos de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 19, cuando dicho programa se ejecuta en la unidad de control de la reivindicación 1.

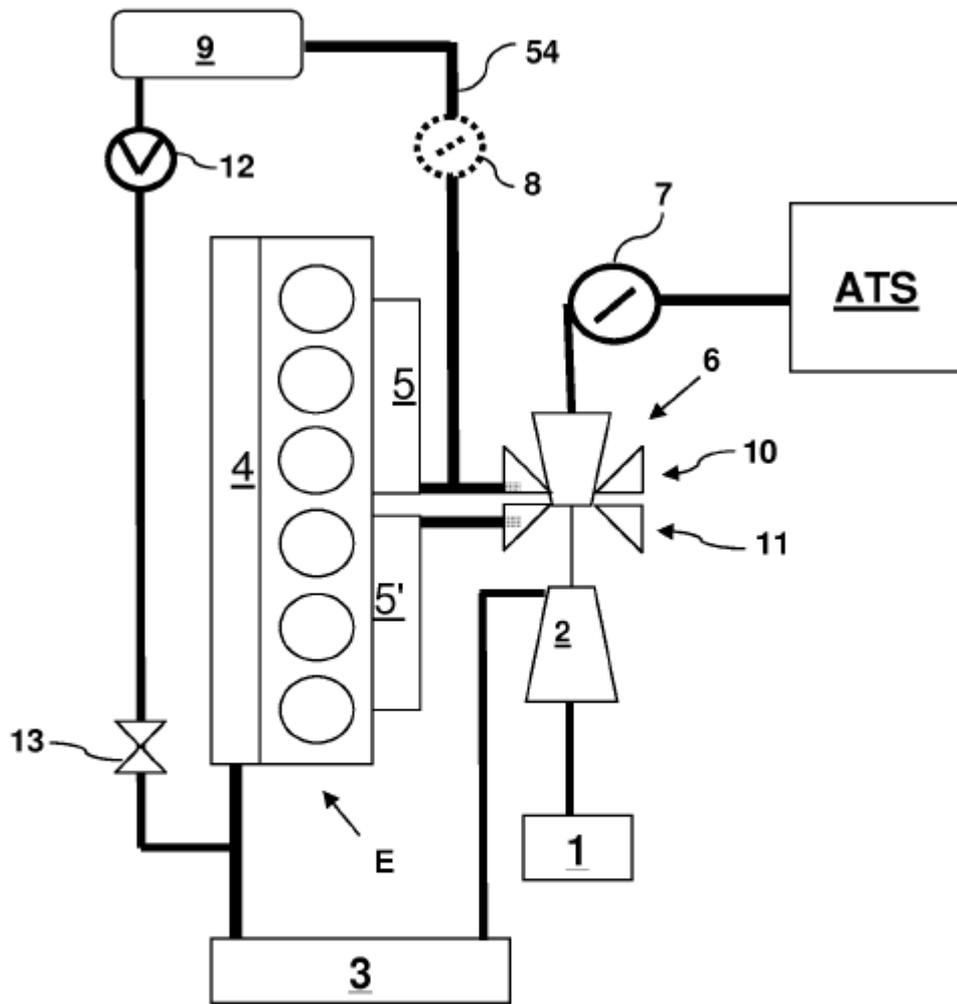


Fig. 1

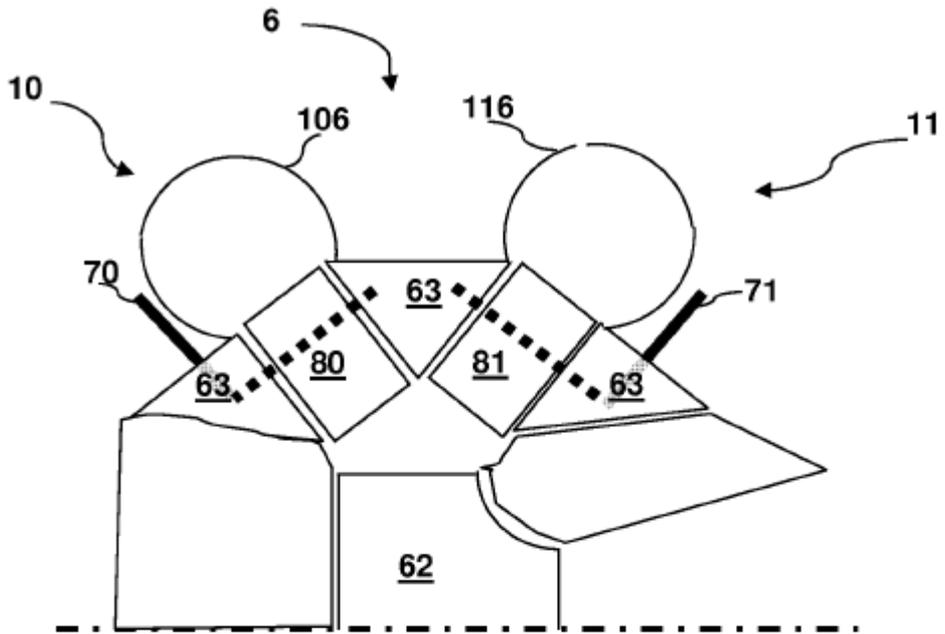


Fig. 2

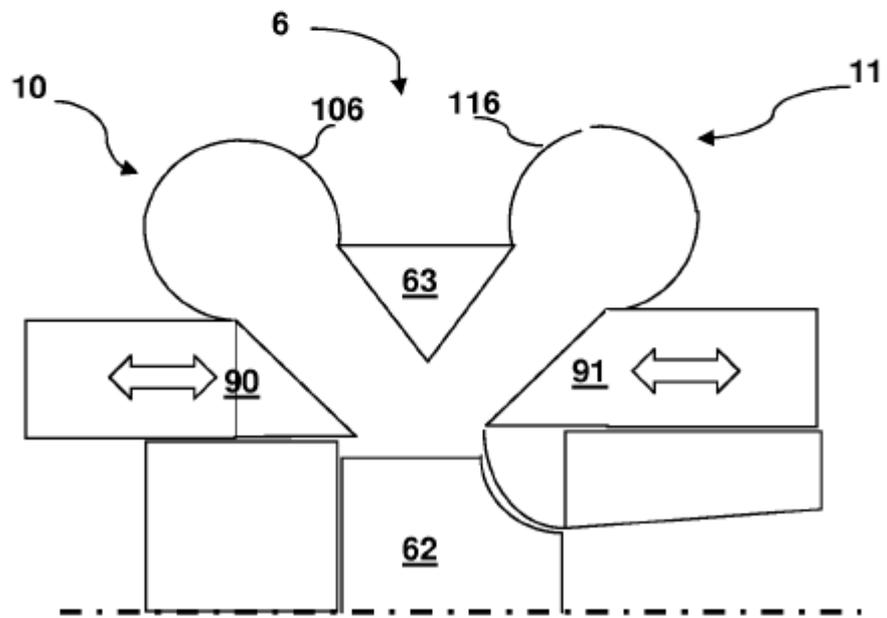


Fig. 3