

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 155**

51 Int. Cl.:

**F02M 25/07** (2006.01)

**F02D 41/14** (2006.01)

**F02D 41/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2012 E 12741040 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2015 EP 2751416**

54 Título: **Sistema y procedimiento de control de un motor de combustión interna de un vehículo automóvil con circuitos de recirculación de gas de escape de alta y baja presión en funcionamiento transitorio**

30 Prioridad:

**29.08.2011 FR 1157601**

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

**11.03.2016**

73 Titular/es:

**RENAULT S.A.S. (100.0%)  
13-15 quai Le Gallo  
92100 Boulogne-Billancourt, FR**

72 Inventor/es:

**FONTVIEILLE, LAURENT;  
PETILLON, YOHANN y  
GRONDIN, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 563 155 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).

**DESCRIPCION**

Sistema y procedimiento de control de un motor de combustión interna de un vehículo automóvil con circuitos de recirculación de gas de escape de alta y baja presión en funcionamiento transitorio

5 El invento se refiere al campo del control de motores de combustión interna con recirculación parcial de los gases de escape de alta presión, de baja presión y de control secuencial, y, más particularmente, el control de tales motores durante un régimen transitorio.

10 Los motores de combustión interna están controlados mediante sistemas de control puestos a punto en las fábricas. Los sistemas son puestos a punto barriendo varios valores discretos de dimensiones de control. Las puesta a punto son realizadas así en régimen estabilizado, es decir en una fase de funcionamiento en la cual los parámetros de control no varían.

Sin embargo, durante el desplazamiento del vehículo, el motor de combustión interna pasa por una sucesión de fases de funcionamiento estabilizado separadas por fases de funcionamiento transitorio.

15 Durante las fases de funcionamiento transitorio de un motor de combustión interna, el motor de combustión interna no funciona en condiciones similares a las de la calibración. Si el sistema no tiene tiempo de adaptarse a las nuevas condiciones de funcionamiento, los diferentes procedimientos de regulación no son eficaces. Este es particularmente el caso durante los cambios de marcha de la caja de velocidades o durante las desaceleraciones seguidas de una re-aceleración.

20 Para poder regular el funcionamiento del motor de combustión interna durante estas fases, es necesario acelerar el tiempo de respuesta del sistema.

25 Según un modo de realización del invento, se propone un sistema de control de un motor de combustión interna equipado de un circuito de recirculación parcial de los gases de escape a baja presión y de un circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión, comprendiendo un medio de estimación de consignas de parámetros del aire admitido. El sistema de control comprende un medio de estimación de la riqueza del escape, un medio de determinación de una consigna de la riqueza de la admisión en función de consignas de parámetros del aire admitido, un medio de corrección de una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido en función de la estimación de la riqueza del escape y de la consigna de la riqueza de la admisión, un medio de determinación de una consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión en función de una consigna corregida de parámetros del aire admitido, y un medio de determinación de una consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a baja presión en función de la consigna corregida de parámetros del aire admitido.

El medio de determinación de una consigna de la riqueza de admisión puede comprender una cartografía del rendimiento volumétrico y de los medios de memorización que contienen el valor de la riqueza en la estequiometría, la constante de los gases y la cilindrada del motor de combustión interna.

35 El sistema puede comprender un medio de medida de la temperatura del colector de admisión, un medio de medida de la velocidad de rotación del motor, y un medio de estimación de la riqueza en el escape, en el cual el medio de corrección de una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido es apto para determinar una consigna corregida de una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido en función de la estimación de la riqueza de escape, de la consigna de la riqueza de admisión, de la temperatura del colector de admisión, de la velocidad de rotación del motor y de la riqueza de escape.

La consigna corregida del caudal de aire admitido puede corresponder a la consigna del caudal de aire admitido si el motor de combustión interna presenta un funcionamiento estabilizado.

Los parámetros del aire admitido pueden comprender la presión del aire admitido y el caudal del aire admitido.

45 El sistema puede comprender un medio de determinación del caudal de sobrealimentación del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión apto para añadir a la consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión, un valor de sobrealimentación correspondiente a la diferencia entre la consigna del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión y la consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión.

50 Según otro modo de realización, se propone un procedimiento de control de un motor de combustión interna que equipa a un vehículo automóvil, provisto de un circuito de recirculación parcial de los gases de escape a baja presión y de un circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión, comprendiendo el procedimiento de control una estimación de las consignas de parámetros del aire admitido. El procedimiento comprende las siguientes etapas:

55 se estima la riqueza del escape,

se determina una consigna de la riqueza de admisión en función de las consignas de parámetros del aire admitido,  
 se corrige una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido en función de la estimación de la riqueza de escape y de la consigna de la riqueza de admisión,

5 se determina una consigna del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión en función de la consigna corregida de parámetros del aire admitido, y

se determina una consigna del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a baja presión en función de la consigna corregida de parámetros del aire admitido.

Se puede corregir una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido en función de la velocidad de rotación del motor, de la temperatura de admisión y de la riqueza de escape.

10 La corrección de una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido puede dejar invariable la citada consigna de parámetro del aire admitido cuando el motor de combustión interna está en funcionamiento estabilizado.

Los parámetros del aire admitido pueden comprender la presión del aire admitido y el caudal de aire admitido.

15 Se puede añadir a la consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión, un caudal de sobrealimentación correspondiente a la diferencia entre la consigna del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión y la consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape a alta presión.

Otros objetivos, características y ventajas aparecerán con la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente en tanto que ejemplo no limitativo y hecha con referencia al dibujo anexo en el que la única figura ilustra un sistema de control de un motor de combustión interna según el invento.

20 Un motor de combustión interna tipo diesel está provisto generalmente de un turbocompresor cuyo compresor está situado entre la admisión de aire fresco y el colector de admisión del motor. La turbina del turbocompresor está situada entre el colector de escape del motor y el conducto de escape. Con el fin de controlar la composición de los gases aspirados en los cilindros, algunos motores de combustión interna están provistos de un circuito de recirculación parcial de los gases de escape. Un circuito de recirculación parcial de los gases de escape permite reinyectar en los cilindros una parte de los gases de escape con el fin de modificar la estequiometría de la mezcla de gases admitida. Un circuito de recirculación parcial de los gases de escape (acrónimo inglés: EGR, por "exhaust gas recirculation", en lengua inglesa) puede estar situado en la parte de baja presión del motor, es decir aguas arriba del compresor, o en la parte de alta presión, aguas abajo del compresor.

25 Un circuito de EGR de baja presión está pinchado entre, por una parte el compresor del turbocompresor y la admisión de aire fresco y, por otra parte, entre la turbina del turbocompresor y el escape.

Un circuito de EGR de alta presión está picado, por una parte entre el compresor del turbocompresor y el colector de admisión y por otra parte entre la turbina del turbocompresor y el colector de escape.

Finalmente, algunos motores de combustión interna están provistos de un circuito de EGR de baja presión y de un circuito de EGR de alta presión.

35 Un sistema de control de un motor de combustión interna provisto de un circuito de EGR de baja presión y de un circuito de EGR de alta presión tiene especialmente un bucle de retroacción que controla el circuito de EGR de baja presión y un bucle de retroacción que controla el circuito de EGR de alta presión.

40 Estos dos bucles de retroacción utilizan cada uno una estimación del caudal de EGR que circula por el circuito de EGR controlado. Apoyándose en la medida de la presión diferencial  $\Delta P_{hp}$  en los bornes de la válvula de EGR de alta presión, es posible determinar el caudal de EGR de alta presión y el caudal de EGR de baja presión.

El caudal de EGR de alta presión  $\dot{m}_{egr, hp}$  está determinado gracias a la ecuación de Barré Saint Venant:

$$\dot{m}_{egr, hp} = S(u_{egr, hp}) \cdot \frac{P_{avt}}{\sqrt{T_{avt}} \cdot R} \cdot \sqrt{2 \cdot \pi_{egr, hp} \cdot (1 - \pi_{egr, hp})} \quad \text{Ec. 1}$$

Con  $S(u_{egr, hp})$  = Sección del conducto de EGR de alta presión

$P_{avt}$  = Presión antes de la turbina

45  $T_{avt}$  = Temperatura antes de la turbina

R = Constante de los gases perfectos

$\pi_{egr, hp}$  = Relación entre las presiones aguas abajo y aguas arriba de la válvula de EGR de alta presión

La relación entre las presiones  $\pi_{egr, hp}$  se deduce de la medida de la presión diferencial  $\Delta P_{hp}$  y de la presión en el colector de admisión  $P_1$  por aplicación de la siguiente ecuación:

$$\pi_{egr, hp} = \frac{P_1}{P_{avt}} = \frac{P_1}{P_1 + \Delta P_{hp}} \quad (\text{Ec. 2})$$

- 5 El caudal de EGR de baja presión  $\dot{m}_{egr, bp}$  está determinado a partir del caudal de EGR de alta presión  $\dot{m}_{egr, hp}$  del caudal de aire aspirado por el motor  $\dot{m}_{aire}$  y de la medida del caudal de aire  $\dot{m}_{in}$

$$\dot{m}_{egr, bp} = \dot{m}_{in} - \dot{m}_{aire} - \dot{m}_{egr, hp} \quad (\text{Ec. 3})$$

- 10 El cálculo de las consignas se basa en un balance de los caudales de aire másicos entre el aire, los gases aspirados y los gases quemados. Se puede así transformar simplemente la consigna del caudal de aire en una consigna del caudal de EGR total conociendo el caudal aspirado,

$$\dot{m}_{in} = \dot{m}_{aire} + \dot{m}_{egr} \quad (\text{Ec. 4})$$

Con  $\dot{m}_{egr} = \dot{m}_{egr, hp} + \dot{m}_{egr, bp}$

El caudal de EGR total  $\dot{m}_{egr}$  está repartido entre los circuitos de EGR de alta presión y de baja presión introduciendo una variable de reparto  $R_{hp}$ .

$$R_{hp} = \frac{\dot{m}_{egr, hp}}{\dot{m}_{egr}} = \frac{\dot{m}_{egr, hp}}{\dot{m}_{egr, hp} + \dot{m}_{egr, bp}} \quad (\text{Ec. 5})$$

- 15 Introduciendo la variable de reparto  $R_{hp}$ , las consignas del caudal de EGR de alta presión  $\dot{m}_{egr, hp, sp}$  y de baja presión  $\dot{m}_{egr, bp, sp}$  se escriben entonces de la siguiente manera:

$$\begin{cases} \dot{m}_{egr, hp, sp} = R_{hp} \cdot (\dot{m}_{in, sp} - \dot{m}_{aire, sp}) \\ \dot{m}_{egr, bp, sp} = (1 - R_{hp}) \cdot (\dot{m}_{in, sp} - \dot{m}_{aire, sp}) \end{cases} \quad (\text{Ec.6})$$

Con  $\dot{m}_{in, sp}$  la consigna de llenado.

- 20 La determinación de la consigna de llenado está explicitada por la ecuación 10 presentada más adelante en la descripción.

El rendimiento volumétrico  $\eta_{vol}$  está cartografiado en función de la velocidad de rotación del motor  $N_e$  y en función de la densidad de los gases  $\rho_1$  en el colector de admisión.

- 25 La tasa de reparto  $R_{hp}$  es una variable de calibración que se presenta bajo la forma de una cartografía en la que intervienen la velocidad de rotación del motor  $N_e$ , la temperatura del agua  $T_{agua}$  del circuito del agua de refrigeración del motor de combustión interna y el caudal de carburante inyectado  $\dot{m}_{f, sp}$ .

La dependencia con respecto a la temperatura del agua permite controlar de forma óptima el reparto del caudal de EGR favoreciendo la utilización del circuito de EGR de alta presión que no está refrigerado cuando el motor está frío.

- 30 Durante el ascenso de la temperatura del motor, se está realizando una transición progresiva entre la utilización del circuito de EGR de alta presión y la utilización del circuito de EGR de baja presión.

Cuando el motor está caliente, está favorecida la utilización del circuito de EGR de baja presión.

Tal sistema de control presenta un funcionamiento aceptable en régimen estabilizado. Sin embargo, debido a la dependencia de este sistema de cartografías discretas, no pueden tenerse en cuenta los fenómenos transitorios. Resultan de ello consignas de caudal de aire, de caudal de EGR de alta presión y de caudal de EGR de baja presión

que son aproximadas y corresponden a consignas para un funcionamiento estabilizado. Una consecuencia de tales aproximaciones es una relación de mezcla errónea en el cilindro que genera un aumento de las emisiones contaminantes.

- 5 Para paliar estos problemas, se comprueba que es importante acelerar el tiempo de respuesta del sistema. Para ello, una corrección dinámica de cada consigna de EGR permite minimizar el tiempo de respuesta del sistema con el fin de reducir las emisiones contaminantes durante las fases de funcionamiento transitorio del motor.

- 10 La única figura ilustra un sistema de control según el invento. Este sistema determina consignas corregidas que corresponden a las consignas de caudal del circuito de EGR de baja presión y del circuito de EGR de alta presión. Las consignas corregidas son aplicadas únicamente durante las fases de funcionamiento transitorio del motor. Los puntos de funcionamiento estabilizado del motor son conservados así sin cambios.

Este problema de la consigna corregida del caudal de EGR de alta presión  $\dot{m}_{egr, hp\_sp, corr}$  y de la consigna corregida del caudal de EGR de baja presión  $\dot{m}_{egr, bp\_sp, corr}$  se expresa de la siguiente manera en función de las consignas del caudal de EGR de alta presión  $\dot{m}_{egr, hp\_sp}$  y de baja presión  $\dot{m}_{egr, bp\_sp}$

$$\begin{cases} \lim_{t \rightarrow \infty} \dot{m}_{egr, hp\_sp, corr}(t) = \dot{m}_{egr, hp\_sp}(t) \\ \lim_{t \rightarrow \infty} \dot{m}_{egr, bp\_sp, corr}(t) = \dot{m}_{egr, bp\_sp}(t) \end{cases} \quad (\text{Ec. 7})$$

- 15 La consigna corregida del caudal de EGR de alta presión  $\dot{m}_{egr, hp\_sp, corr}$  y la consigna corregida del caudal de EGR de baja presión  $\dot{m}_{egr, bp\_sp, corr}$  son determinadas por la aplicación de la ecuación 6 en la cual la consigna del caudal de aire  $\dot{m}_{aire\_sp}$  está reemplazada por una consigna del caudal de aire corregida  $\dot{m}_{aire\_sp, corr}$ . Se obtiene entonces la siguiente ecuación:

$$\begin{cases} \dot{m}_{egr, hp\_sp, corr} = R_{hp} \cdot (\dot{m}_{in\_sp} - \dot{m}_{aire\_sp, corr}) \\ \dot{m}_{egr, bp\_sp, corr} = (1 - R_{hp}) \cdot (\dot{m}_{in\_sp} - \dot{m}_{aire\_sp, corr}) \end{cases} \quad (\text{Ec. 8})$$

- 20 Para determinar la consigna de aire corregida, es necesario determinar la expresión de la composición al nivel del colector de admisión, con el fin de modelizar el colector de admisión. La consigna de aire corregida se determina invirtiendo la modelización del colector de admisión. La ecuación 13 detallada más adelante en la descripción permite determinar la consigna de aire corregida.

La consigna de la composición de admisión  $F_{1sp}$  está determinada por la aplicación de la siguiente ecuación:

$$F_{1sp} = \frac{(PCO + 1) \cdot \dot{m}_{f\_sp} \cdot (\dot{m}_{in\_sp} - \dot{m}_{aire\_sp})}{\dot{m}_{in\_sp} \cdot (\dot{m}_{f\_sp} + \dot{m}_{aire\_sp})} \quad (\text{Ec. 9})$$

- 25 con  $PCO$  = valor de la riqueza estequiométrica, 14. 5 para el gasoil.

$\dot{m}_{f\_sp}$  = consigna del caudal de carburante

$\dot{m}_{in\_sp}$  = consigna del caudal de aire inspirado por los cilindros

$\dot{m}_{aire\_sp}$  = consigna del caudal de aire

- 30 La ecuación de la composición de admisión  $F_{1sp}$  presenta la particularidad de no hacer intervenir la consigna de la riqueza de escape.

Se recuerda que el caudal de aire aspirado por los cilindros  $\dot{m}_{in\_sp}$  está calculado gracias a la ecuación clásica de llenado,

$$\dot{m}_{in\_sp} = \eta_{vol} \cdot \frac{Ne}{120} V_d \frac{p_{1\_sp}}{R \cdot T_1} \quad (\text{Ec. 10})$$

- 35 Con  $\eta_{vol}$  = el rendimiento volumétrico

Ne = la velocidad de rotación del motor

Vd = la cilindrada

p<sub>1\_sp</sub> = la consigna de presión de admisión

R = la constante de los gases perfectos

5 T<sub>1</sub> = la temperatura al nivel del colector de admisión

En el caso de un motor de combustión interna provisto de una recirculación parcial de los gases de escape a baja presión y a alta presión, no se puede plantear la hipótesis de que la temperatura de admisión T<sub>1</sub> es igual a la temperatura aguas abajo del RAS T<sub>11</sub>

Para determinar la temperatura T<sub>1</sub> que no es medible directamente por un captador, se utiliza la siguiente relación:

$$T_1 = \frac{T_{11} \cdot \dot{m}_c + T_{egr, hp} \cdot \dot{m}_{egr, hp}}{\dot{m}_c + \dot{m}_{egr, hp}} \quad (\text{Ec. 11})$$

10

Con T<sub>11</sub> = la temperatura aguas abajo del refrigerador del aire de sobrealimentación

$\dot{m}_c$  = caudal del compresor

T<sub>egr, hp</sub> = temperatura de los gases del circuito EGR de alta presión

15

El caudal de EGR de alta presión es calculado a partir de la ecuación Barré Saint Venant anteriormente explicitada (cf Ec. 1)

Por otra parte, se acepta la hipótesis según la cual la temperatura de salida de la válvula de la EGR de alta presión T<sub>egr, hp</sub> es igual a la temperatura de escape T<sub>2</sub>. La temperatura de escape T<sub>2</sub> puede ser determinada gracias a un captador o estimada mediante una cartografía.

20

Conociendo la expresión del caudal de aire aspirado y de la consigna de composición de la admisión, es posible modelizar el estado del colector de admisión. El sistema según dos ecuaciones diferenciales de primer orden da cuenta de esta modelización.

$$\begin{cases} \dot{p}_1 = \frac{R \cdot T_1}{V_1} \cdot \left( \dot{m}_{aire} + \dot{m}_{egr, hp} + \dot{m}_{egr, bp} - \eta_{vol} \cdot \frac{Ne}{120} Vd \frac{p_1}{R \cdot T_1} \right) \\ \dot{F}_1 = \frac{R \cdot T_1}{p_1 \cdot V_1} \cdot \left( (\dot{m}_{egr, hp} + \dot{m}_{egr, bp}) \cdot (F_2(t) - F_1) - \dot{m}_{aire} \cdot F_1 \right) \end{cases} \quad (\text{Ec.12})$$

Cuando se desarrolla y se invierte este sistema de ecuaciones, se obtiene una solución de la siguiente forma.

$$\begin{aligned} \dot{m}_{aire\_sp, corr} &= \dot{m}_{T1} + \dot{m}_{T2} + \dot{m}_{T3} + \dot{m}_{T4} \\ \text{con} \quad \dot{m}_{T1} &= f(T_1, F_2, \dot{F}_{1\_sp}, p_{1\_sp}) \\ \dot{m}_{T2} &= f(T_1, F_2, F_{1\_sp}, \dot{p}_{1\_sp}) \\ \dot{m}_{T3} &= f(T_1, \dot{p}_{1\_sp}) \\ \dot{m}_{T4} &= f(T_1, F_2, F_{1\_sp}, p_{1\_sp}, Ne) \end{aligned} \quad (\text{Ec.13})$$

25 y con F<sub>2</sub> = la medida de la riqueza de escape

Los tres primeros términos contienen las derivadas de la consigna de la presión o de la consigna de la composición en el colector de admisión. En régimen estabilizado, estos términos son nulos. El valor estacionario de la consigna corregida está dado entonces por el cuarto término.

30

La temperatura en el colector de admisión, la velocidad de rotación del motor y la riqueza son las principales medidas que intervienen en la determinación de la consigna corregida. La medida de la riqueza puede ser reemplazada por una estimación.

El valor de la riqueza de escape  $F_2$  puede ser deducida de la medida hecha por una sonda de riqueza o bien determinada por un estimador.

Conociendo la consigna de aire corregida, es posible así determinar las consignas corregidas del caudal de EGR de alta presión y de baja presión por aplicación de la ecuación 8.

5 Las consignas corregidas del caudal de EGR de alta presión y de baja presión permiten resolver el problema del aumento de las emisiones contaminantes en régimen transitorio. Sin embargo, es posible plantear el razonamiento más allá aplicando al reparto entre la EGR de alta presión y de baja presión un razonamiento similar al aplicado a la corrección dinámica de las consignas del caudal.

10 En régimen estacionario, la relación de reparto entre el circuito de EGR de baja presión y el circuito de EGR de alta presión no es modificable. En efecto, el circuito de EGR de alta presión no está provisto de un intercambiador térmico, lo que implica que su utilización modifica la temperatura de los gases al nivel de la admisión. Se recuerda que la temperatura de los gases al nivel de la admisión tiene un impacto sobre la cantidad de emisiones contaminantes. Para garantizar las características esperadas, no está permitido pues utilizar el circuito de EGR de alta presión fuera de la zona de funcionamiento o fuera de la razón prevista para la calibración.

15 En régimen transitorio, la corrección de las consignas de llenado tiene tendencia a reducir el caudal de aire con respecto a la consigna de régimen estabilizado. Este efecto permite anticipar una vuelta al régimen estabilizado y así acelerar el tiempo de respuesta de los circuitos de EGR. Sin embargo, en régimen transitorio, es posible autorizar un cierto grado de libertad del reparto entre la EGR a baja presión y la EGR a alta presión con el fin de compensar el retraso en la respuesta del circuito EGR a baja presión por una utilización puntual del circuito de EGR a alta presión.  
20 Este grado de libertad está obtenido de una manera similar a la corrección dinámica de las consignas de caudal. En este modo de funcionamiento particular, la consigna corregida del caudal del circuito de EGR de alta presión es modificado añadiendo un término  $\dot{m}_{boost}$ . Este término permite mantener un caudal del circuito de EGR de alta presión no nulo cuando la tasa de reparto  $R_{hp}$  es nula. El término  $\dot{m}_{boost}$  corresponde a una sobrealimentación del circuito de EGR de alta presión.

25 El término  $\dot{m}_{boost}$  corresponde a la diferencia entre la consigna de caudal de EGR de alta presión  $\dot{m}_{egr.hp.set}$  y la consigna de caudal de EGR de alta presión corregida  $\dot{m}_{egr.hp.sp.corr}$ .

En otros términos, el valor de la sobrealimentación  $\dot{m}_{boost}$  corresponde a la diferencia entre la consigna del caudal de EGR de alta presión en régimen estabilizado y la consigna del caudal de EGR de alta presión en régimen transitorio.

30 En la única figura, se puede ver un sistema de control según el invento. El sistema de control 1 está conectado en la entrada a dos captadores 2. El sistema de control 1 comprende un medio de estimación 3. El medio de estimación 3 recibe en la entrada un valor de la presión atmosférica mediante la conexión 8, un valor del caudal de carburante mediante la conexión 9, un valor de la temperatura ambiente mediante la conexión 10 y un valor de la velocidad de rotación del motor de combustión interna mediante la conexión 11.

35 El medio de estimación 3 emite en la salida una consigna del caudal del aire admitido a través de la conexión 16 y una consigna de la presión de admisión mediante la conexión 15. El medio de estimación 3 comprende una cartografía 5 del caudal del aire admitido y una cartografía 4 de la presión de admisión.

40 Un medio de determinación 6 recibe en la entrada la consigna del caudal del aire admitido mediante la conexión 16 la consigna de la presión de admisión mediante la conexión 15 y emite en la salida una consigna de la composición en el colector de admisión mediante la conexión 18. La consigna de la composición en el colector de admisión es llamada igualmente consigna de la composición de admisión. El medio de determinación 6 aplica la ecuación 9 con el fin de determinar la consigna de la composición en el colector de admisión.

45 El medio de corrección 7 recibe en la entrada la consigna de la composición de la admisión mediante la conexión 18, la consigna de la presión de admisión mediante la derivación 17 de la conexión 15, la velocidad de rotación del motor mediante la derivación 12 de la conexión 11, la temperatura de admisión mediante la conexión 13 y la riqueza en el escape mediante la conexión 14. El medio de corrección 7 emite en la salida una consigna corregida del caudal de aire inicial mediante la conexión 20. El medio de corrección 7 aplica la ecuación 13 con el fin de determinar la consigna corregida del caudal de aire inicial.

50 El medio 28 de corrección de las consignas de EGR recibe en la entrada la consigna de la presión de admisión mediante la conexión 19, la consigna corregida del caudal de aire inicial mediante la conexión 20, la consigna del caudal de aire inicial mediante una derivación 21 de la conexión 16, el caudal estimado del circuito de EGR de baja presión mediante la conexión 22, el caudal estimado del circuito de EGR de alta presión mediante la conexión 23, la temperatura de admisión mediante la conexión 24, la temperatura del agua mediante la conexión 25, la diferencia de presiones de aguas arriba y aguas abajo de la válvula de EGR de alta presión mediante la conexión 26 y la presión de admisión mediante la conexión 27.

55 El medio 28 de corrección de las consignas de EGR comprende una cartografía 29 del reparto del caudal de EGR entre el circuito de EGR de alta presión y el circuito de EGR de baja presión.

El medio 28 de corrección de las consignas de EGR aplica la ecuación 8 con el fin de determinar la consigna corregida del caudal del circuito de EGR de alta presión y la consigna corregida del caudal del circuito de EGR de baja presión a partir de la consigna corregida del caudal de aire inicial recibido del medio de corrección 7 mediante la conexión 20.

- 5 El medio 28 de corrección de las consignas de EGR comprende por otra parte un medio de determinación 30 del caudal de sobrealimentación del circuito de EGR de alta presión apto para determinar el valor  $\dot{m}_{\text{boost}}$  correspondiente a la diferencia entre la consigna de caudal de EGR de alta presión y la consigna corregida de caudal de EGR de alta presión recibidas en la entrada. Este valor del caudal de sobrealimentación es entonces añadido a la consigna corregida de caudal del circuito de EGR de alta presión emitido mediante la conexión 31. La consigna corregida de caudal del circuito de EGR de baja presión es emitida, en cuanto a ella se refiere, mediante la conexión 32.
- 10

El sistema de control 1 emite en la salida una consigna corregida del caudal del circuito de EGR de alta presión y una consigna corregida del caudal del circuito de EGR de baja presión, permitiendo mantener una riqueza de mezcla óptima con el fin de limitar las emisiones contaminantes durante las fases de funcionamiento transitorio del motor de combustión interna.

15

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Sistema de control de un motor de combustión interna equipado con un circuito de recirculación parcial de los gases de escape de baja presión y con un circuito de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión, que comprende un medio de estimación (3) de consignas de parámetros del aire admitido, caracterizado por el hecho de que comprende.
- un medio de estimación de la riqueza del escape,
- un medio de determinación (6) de una consigna de la riqueza de admisión en función de consignas de parámetros del aire admitido,
- 10 un medio de corrección (7) de una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido en función de la estimación de la riqueza del escape y de la consigna de la riqueza de admisión,
- un medio de determinación de una consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión en función de la consigna corregida de parámetros del aire admitido, y
- un medio de determinación de una consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape de baja presión en función de la consigna corregida de parámetros del aire admitido.
- 15 2. Sistema de control según la reivindicación 1, en el cual el medio de determinación de una consigna de la riqueza de admisión comprende una cartografía del rendimiento volumétrico y de los medios de memorización que contienen el valor de la riqueza estequiométrica, de la constante de los gases y de la cilindrada del motor de combustión interna.
- 20 3. Sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un medio de medida de la temperatura del colector de admisión, un medio de medida de la velocidad de rotación del motor, y un medio de estimación de la riqueza del escape, en el cual el medio de corrección (7) de una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido es apta para determinar una consigna corregida de una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido en función de la estimación de la riqueza del escape, de la consigna de la riqueza de admisión, de la temperatura del colector de admisión, de la velocidad de rotación del motor, y de la
- 25 riqueza del escape.
4. Sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual la consigna corregida del caudal de aire admitido corresponde a la consigna del caudal de aire admitido si el motor de combustión interna presenta un funcionamiento estabilizado.
- 30 5. Sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual los parámetros del aire admitido comprenden la presión del aire admitido y el caudal de aire admitido.
6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un medio de determinación (30) del caudal de sobrealimentación del circuito de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión apto para añadir a la consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión, un valor de sobrealimentación que se corresponde con la diferencia entre la consigna del caudal del circuito
- 35 de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión y la consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión.
7. Procedimiento de control de un motor de combustión interna que equipa a un vehículo automóvil, provisto de un circuito de recirculación parcial de los gases de escape de baja presión y de un circuito de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión, incluyendo el procedimiento de control una estimación de las consignas de parámetros del aire admitido, caracterizado por el hecho de que comprende las siguientes etapas:
- 40 se estima la riqueza del escape,
- se determina una consigna de la riqueza de admisión en función de las consignas de parámetros del aire admitido,
- se corrige una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido en función de la estimación de la riqueza del escape y de la consigna de la riqueza de la admisión,
- 45 se determina una consigna del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión en función de la consigna corregida de parámetros del aire admitido, y
- se determina una consigna del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape de baja presión en función de la consigna corregida de parámetros del aire admitido.
- 50 8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el cual se corrige una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido en función de la velocidad de rotación del motor, de la temperatura de admisión y de la riqueza del escape.

9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en el cual la corrección de una al menos de las consignas de parámetros del aire admitido deja invariable la citada consigna del parámetro del aire admitido cuando el motor de combustión interna está en funcionamiento estabilizado.
- 5 10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el cual los parámetros del aire admitido comprenden la presión del aire admitido y el caudal del aire admitido.
- 10 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el cual se añade a la consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión un caudal de sobrealimentación correspondiente a la diferencia entre la consigna del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión y la consigna corregida del caudal del circuito de recirculación parcial de los gases de escape de alta presión.

FIGURA UNICA

