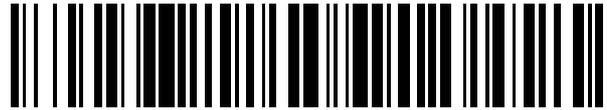


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 871**

51 Int. Cl.:

F01N 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2010 E 10770594 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2013 EP 2491232**

54 Título: **Procedimiento de detección de fallo de funcionamiento de un sistema de tratamiento de óxidos de nitrógeno**

30 Prioridad:

19.10.2009 FR 0957309

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

20.02.2014

73 Titular/es:

**PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA (100.0%)
Route de Gizy
78140 Vélizy Villacoublay, FR**

72 Inventor/es:

GRISE, CLÉMENT

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 443 871 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

Procedimiento de detección de fallo de funcionamiento de un sistema de tratamiento de óxidos de nitrógeno

La presente invención reivindica la prioridad de la solicitud francesa 0957309 presentada el 19 de octubre de 2009 cuyo contenido (texto, dibujos y reivindicaciones) se incorpora aquí como referencia.

5 La presente invención concierne a un procedimiento de detección de fallo de funcionamiento de un sistema de tratamiento de óxidos de nitrógeno producidos por un motor térmico de un vehículo automóvil.

La invención encuentra una aplicación particularmente ventajosa en el ámbito de la reducción de la emisión de gases contaminantes por los vehículos automóviles de motor térmico.

10 Desde hace numerosos años, los constructores de vehículos automóviles de motor térmico han hecho muchos esfuerzos para reducir la emisión a la atmósfera de compuestos químicos perjudiciales para el medio ambiente, producidos por los motores térmicos durante la combustión del carburante.

Entre estos compuestos, se encuentran especialmente el dióxido de carbono CO_2 así como los óxidos de nitrógeno, principalmente el monóxido NO y el dióxido NO_2 de nitrógeno, designados conjuntamente con la denominación NO_x . Obsérvese que la producción de óxidos de nitrógeno es mayor en los motores Diesel que en los motores de gasolina debido a su temperatura de combustión más elevada.

15 Para limitar la emisión de los óxidos de nitrógeno a la atmósfera, una solución utilizada actualmente consiste en colocar en la línea de escape del vehículo un sistema de tratamiento de los NO_x , denominado sistema SCR (« Selective Catalytic Reduction ») que tiene la función de reducir químicamente los óxidos de nitrógeno molecular y en vapor de agua por medio de un agente reductor como el amoníaco NH_3 . En la práctica, el amoníaco es inyectado en la línea de escape aguas arriba de un catalizador específico SCR en el cual se produce la reacción de reducción.

20 La reducción de los óxidos de nitrógeno por el amoníaco según las reacciones SCR es un procedimiento bien conocido y ampliamente utilizado en la industria, especialmente en unidades fijas. Aplicado al automóvil, la dificultad del sistema de tratamiento SCR es aportar al escape el amoníaco necesario para la reducción de los NO_x y por tanto poder almacenarlo a bordo del vehículo en una forma cualquiera. Para esto, se han desarrollado varios conceptos para embarcar el amoníaco en los vehículos: en forma de urea sólida, en forma de urea líquida en solución acuosa, en forma de carbamato (o urato) de amonio,... En todos los casos, el amoníaco es obtenido por descomposición de la urea o del ion carbamato.

25 Un sistema de tratamiento SCR comprende por tanto un catalizador específico colocado en la línea de escape, un depósito que contiene urea o carbamato de amonio y un dispositivo de inyección de la urea o del carbamato de amonio aguas arriba del catalizador SCR.

30 Naturalmente, como otros agentes contaminantes, la emisión de los óxidos de nitrógeno está sometida a reglamentación.

35 La reglamentación vigente en Europa fija en 0,08 g/km el umbral de emisión de los NO_x durante un ciclo de conducción normalizado, designado por el acrónimo NEDC (« New European Driving Cycle »). El ciclo NEDC, de una duración de 20 mn, comprende una primera fase de conducción de tipo « ciudad » seguida de una segunda fase de conducción más rápida de tipo « carretera ». La velocidad media en el transcurso de este ciclo es de 33 km/h.

40 De acuerdo con otro aspecto de la reglamentación concerniente al diagnóstico de un fallo de funcionamiento del sistema de tratamiento SCR, denominada reglamentación OBD (« On Board Diagnostics »), un rebasamiento del umbral, indicado por S_{OBD} , de 0,16 g/km de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema de tratamiento SCR durante un ciclo NEDC debe ser señalado al conductor por un testigo luminoso y registrado en la memoria de los defectos, porque más allá de este umbral el sistema SCR es considerado como defectuoso.

45 Sin embargo, se comprende que, si el rebasamiento del umbral S_{OBD} durante un rodaje del vehículo de acuerdo con el ciclo NEDC es bien revelador de un fallo de funcionamiento del sistema de tratamiento SCR, un rebasamiento de este tipo fuera del ciclo NEDC no es necesariamente debido a un fallo de funcionamiento del sistema SCR sino que simplemente puede resultar de una utilización del vehículo no prevista por la norma NEDC, por ejemplo en el caso de una fuerte aceleración.

50 Por ello, un objetivo de la invención es proponer un procedimiento de detección de fallo de funcionamiento de un sistema de tratamiento de óxidos de nitrógeno producidos por un motor térmico de un vehículo automóvil, que permita establecer un diagnóstico de fallo de funcionamiento pertinente del sistema de tratamiento que tenga en cuenta, a la vez, las exigencias normativas impuestas en los rodajes de acuerdo con un ciclo de conducción de referencia, tal como el ciclo normalizado NEDC, y las condiciones particulares de los rodajes no conformes con el ciclo de conducción de referencia.

Este objetivo se consigue, de acuerdo con la invención, por el hecho de que el citado procedimiento comprende las etapas consistentes en:

- 5 * para un ciclo de conducción de referencia, definición de una diferencia de referencia entre, por una parte, un valor máximo para la cantidad de óxidos de nitrógeno producidos aguas arriba del sistema y, por otra, un umbral para la cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema, y
- * en una fase de funcionamiento, cálculo de una cantidad de óxidos de nitrógeno tratados como la diferencia entre la cantidad de óxidos de nitrógeno aguas arriba y la cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema,
- * comparación de la citada cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo con el citado umbral (S_{OBD}), y la diferencia de referencia con la cantidad de óxidos de nitrógeno tratados,
- 10 * conclusión en un fallo de funcionamiento del sistema de tratamiento si las dos comparaciones son simultáneamente positivas.
- En un modo de realización particular de la invención, el citado ciclo de conducción de referencia es el ciclo normalizado de conducción NEDC.
- 15 Asimismo, la invención prevé especialmente que el citado umbral para la cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema de tratamiento sea de acuerdo con la reglamentación de diagnóstico embarcado OBD.
- Así pues, el procedimiento de acuerdo con la invención propone un método de diagnóstico de fallo de funcionamiento del sistema de tratamiento de los NO_x que se basa en una doble comparación.
- La primera comparación concierne al umbral, indicado por S_{OBD} en el marco de la reglamentación OBD, para la cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema de tratamiento y la cantidad $Q_{\text{aguas abajo}}$ de los
- 20 óxidos efectivamente emitidos.
- La segunda comparación concierne al umbral, indicado por Δ_{OBD} , para la cantidad de óxidos de nitrógeno tratados por el sistema de tratamiento y la cantidad Q_{SCR} de óxidos de nitrógeno efectivamente tratados. Si se indica por $Q_{\text{aguas arriba}}^0$ el valor máximo para la cantidad de óxidos de nitrógeno producidos por el motor térmico aguas arriba del sistema de tratamiento durante el ciclo de referencia, entonces $\Delta_{OBD} = Q_{\text{aguas arriba}}^0 - S_{OBD}$.
- 25 En el caso de un rodaje de acuerdo con el ciclo de conducción de referencia, si la cantidad $Q_{\text{aguas abajo}}$ de NO_x emitidos es superior al umbral correspondiente S_{OBD} , debe ser diagnosticado un fallo de funcionamiento del sistema SCR. Éste lo será de hecho puesto que, en estas condiciones, la cantidad Q_{SCR} de óxidos de nitrógeno tratados será necesariamente inferior al umbral Δ_{OBD} . La doble comparación queda por tanto bien verificada.
- En el caso de un rodaje fuera de ciclo de conducción de referencia, si la cantidad $Q_{\text{aguas abajo}}$ de NO_x emitidos es superior al umbral correspondiente S_{OBD} , no se emitirá necesariamente un diagnóstico de fallo de funcionamiento. Éste lo será solamente si, al mismo tiempo, la cantidad $Q_{SCR} = Q_{\text{aguas arriba}} - Q_{\text{aguas abajo}}$ de óxidos de nitrógeno tratados es inferior al umbral Δ_{OBD} . Se impone de esta manera la puesta en marcha de una alerta cuando la cantidad de
- 30 óxidos de nitrógeno tratados sea inferior a la que sería en el caso del ciclo de conducción de referencia. En otras palabras, el sistema de tratamiento será considerado como funcional si la cantidad Q_{SCR} de NO_x tratados es al menos igual a la cantidad de óxidos de nitrógeno tratados durante un ciclo de referencia, incluso si la cantidad $Q_{\text{aguas abajo}}$ de óxidos emitidos es superior al umbral S_{OBD} .
- 35 La descripción que sigue en relación con los dibujos anejos, dados a título de ejemplos no limitativos, hará comprender bien en qué consiste la invención y cómo puede ser realizada ésta.
- 40 • La figura 1 es un esquema de un sistema de tratamiento SCR de óxidos de nitrógeno en un vehículo automóvil de motor térmico.
 - La figura 2 es un diagrama de bloques de una unidad de gobierno del sistema de tratamiento SCR de la figura 1.
 - La figura 3a es un diagrama de un sistema de tratamiento diagnosticado funcional durante un ciclo de conducción de acuerdo con el ciclo NEDC.
 - 45 • La figura 3b es un diagrama de un sistema de tratamiento diagnosticado defectuoso durante un ciclo de conducción de acuerdo con el ciclo NEDC.
 - La 4a es un diagrama de un sistema de tratamiento diagnosticado funcional durante un ciclo de conducción fuera del ciclo NEDC.
 - 50 • La figura 4b es un diagrama de un sistema de tratamiento diagnosticado defectuoso durante un ciclo de conducción fuera del ciclo NEDC.

- La figura 5 es un organigrama del procedimiento de diagnóstico de acuerdo con la invención.
- La figura 6 es un diagrama que da la cantidad Q_{SCR} de óxidos de nitrógeno tratados y la cantidad $Q_{aguas\ abajo}$ de óxidos de nitrógeno emitidos durante el rodaje de un vehículo automóvil.

5 La figura 1 representa de modo esquemático la línea de escape de un motor 1 de vehículo automóvil. En esta línea de escape, está instalado un sistema 10 de tratamiento SCR de los óxidos de nitrógeno NO_x producidos a la salida del motor térmico 1, por reducción química por medio de un agente reductor, por ejemplo amoníaco NH_3 .

10 Como muestra la figura 1, el sistema 10 de tratamiento SCR comprende un catalizador específico 11 en el cual se produce la reacción de reducción de los NO_x . Urea, contenida por ejemplo en un depósito 12 en forma líquida, es introducida en la línea de escape aguas arriba del catalizador 11. Bajo la acción de las altas temperaturas que reinan en la zona del punto de inyección, la urea se descompone para dar el amoníaco necesario para la reacción de reducción de los óxidos de nitrógeno.

15 Un primer sensor 20 de NO_x está colocado a continuación del catalizador SCR 11 a fin de medir la cantidad $Q_{aguas\ abajo}$ de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema 10 de tratamiento SCR. En el marco de la reglamentación OBD relativa al diagnóstico de fallo de funcionamiento de los sistemas SCR, este primer sensor 20 permite verificar si la cantidad $Q_{aguas\ abajo}$ de óxidos de nitrógeno emitidos es inferior al umbral S_{OBD} fijado en 0,16 g/km para un rodaje de acuerdo con un ciclo normalizado de conducción NEDC.

20 Para las necesidades de la invención, un segundo sensor 30 de NO_x está colocado aguas arriba del sistema 10 de tratamiento SCR con el objetivo de medir la cantidad $Q_{aguas\ arriba}$ de óxidos de nitrógeno producidos a la salida del motor térmico 1. Sin embargo, hay que observar que esta cantidad $Q_{aguas\ arriba}$ de óxidos de nitrógeno puede ser determinada igualmente por estimación por medio de un modelo de emisión de NO_x por el motor 1.

El sistema 10 de tratamiento SCR es controlado por una unidad 100 de gobierno representada en la figura 2 en la forma de diagrama de bloques. Esta unidad 100 de gobierno puede estar embarcada a bordo del vehículo en un calculador específico SCR o integrada en el calculador del motor existente.

25 En el módulo 120 de gobierno de inyección de urea se determina en cada instante la cantidad de amoníaco, y por tanto de urea, que hay que inyectar en la línea de escape. Para esto, el módulo 120 tiene en cuenta la cantidad $Q_{aguas\ arriba}$ de los óxidos de nitrógeno que hay que tratar, medida por el sensor 12 o estimada por el modelo de emisión de los NO_x .

30 El módulo 130 de control de la urea embarcada está encargado de asegurar la inyección de la cantidad de urea determinada por el módulo 120 regulando la apertura del inyector de manera apropiada. Éste debe igualmente gestionar el depósito 12, por ejemplo recalentando la urea en caso de gel.

El módulo 110 es el módulo de diagnóstico destinado a identificar los defectos de funcionamiento del sistema 10 de tratamiento SCR en relación con la reglamentación OBD.

Como muestra la figura 2, el módulo 110 de diagnóstico comprende dos submódulos indicados por 111 y 112.

35 El submódulo 112 de control de nivel de reductor está encargado de asegurar que el nivel de urea, por ejemplo, sea suficiente para que el vehículo pueda descontaminar de óxidos de nitrógeno a los gases de escape. En caso negativo, se emitirá una alerta hacia el conductor a fin de que éste recargue el depósito 12 de urea. Este control de nivel es necesario para respetar la reglamentación OBD.

40 El submódulo 111 tiene la función de detectar un fallo de funcionamiento del sistema 10 de tratamiento SCR en relación con la reglamentación OBD. A tal efecto, éste recibe las informaciones $Q_{aguas\ arriba}$ y $Q_{aguas\ abajo}$. En este submódulo 111 es en el que está implantado el procedimiento de detección de acuerdo con la invención, que se describirá ahora en detalle refiriéndose a las figuras 3a a 5.

En una fase preliminar del procedimiento, se registra en el submódulo 111 el umbral S_{OBD} que no hay que rebasar de cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema 10 de tratamiento SCR. Se recuerda que este umbral está fijado en 0,16 g/km de NO_x por la reglamentación OBD para el ciclo normalizado de conducción NEDC.

45 Asimismo, se define y se registra en el submódulo 111 un umbral Δ_{OBD} para la cantidad mínima de óxidos de nitrógeno que hay que tratar por el sistema 10 de tratamiento SCR. Como muestra la figura 3a, el umbral Δ_{OBD} es determinado por la diferencia entre, por una parte, el valor máximo $Q_{aguas\ arriba}^o$ de la cantidad de óxidos de nitrógeno producidos por el motor térmico 1 aguas arriba del sistema SCR 10 durante un ciclo NEDC y, por otra, el umbral S_{OBD} : $\Delta_{OBD} = Q_{aguas\ arriba}^o - S_{OBD}$. De hecho, se observa que la cantidad $Q_{aguas\ arriba}^o$ es sensiblemente constante en todo el ciclo NEDC.

50 Durante el funcionamiento del vehículo, las cantidades $Q_{aguas\ arriba}$ y $Q_{aguas\ abajo}$ de óxidos de nitrógeno son regularmente determinadas de la manera explicada anteriormente y transmitidas al submódulo 111 a fin de que éste pueda establecer un diagnóstico concerniente a la eficacia del sistema 10 de tratamiento SCR y, en particular,

detectar una situación de fallo de funcionamiento, la cual será combinada con una alerta hacia el conductor del vehículo. Con este objetivo, el submódulo 111 calcula la cantidad Q_{SCR} de óxidos de nitrógeno efectivamente tratados por el sistema 10 de tratamiento como la diferencia entre las cantidades $Q_{aguas\ arriba}$ y $Q_{aguas\ abajo}$: $Q_{SCR} = Q_{aguas\ arriba} - Q_{aguas\ abajo}$.

- 5 El procedimiento de detección de fallo de funcionamiento de acuerdo con la invención está resumido en el organigrama de la figura 5. Como puede verse en esta figura, éste comprende dos comparaciones.

Una primera comparación entre la cantidad $Q_{aguas\ abajo}$ de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema 10 de tratamiento y el umbral S_{OBD} es efectuada por un primer comparador 201 cuya salida lógica es aplicada a una primera entrada de una puerta Y 200.

- 10 Una segunda comparación entre el umbral Δ_{OBD} y la cantidad Q_{SCR} de NO_x tratados es efectuada por un segundo comparador 202 cuya salida lógica es aplicada a una segunda entrada de la puerta Y 200.

Los comparadores 201, 202 están configurados de manera que faciliten una misma señal lógica 1 si $Q_{aguas\ abajo} > S_{OBD}$ para el primer comparador 201 y si $\Delta_{OBD} > Q_{SCR}$ para el segundo comparador 202. Si se verifican estas dos comparaciones, la salida lógica de la puerta Y 200 vale 1 y se emite una señal de fallo de funcionamiento del sistema SCR.

- 15

Se van a explicar ahora en diferentes situaciones de funcionamiento del vehículo cómo puede aplicarse el procedimiento ilustrado en la figura 5.

- 20 La figura 3a corresponde a un vehículo que efectúa un rodaje de acuerdo con un ciclo normalizado NEDC y para el cual el sistema de tratamiento será considerado como funcional. En este caso, en efecto, la cantidad $Q_{aguas\ abajo}$ de óxidos de nitrógeno emitidos es inferior al umbral S_{OBD} y la salida lógica del primer comparador 201 vale 0, lo que es suficiente para decidir que el sistema SCR es funcional puesto que es conforme a la reglamentación OBD. Se observará, de modo sobreabundante, que la cantidad Q_{SCR} de NO_x tratados es superior al umbral Δ_{OBD} , lo que coloca la salida de segundo comparador 202 igualmente en el nivel lógico 0.

- 25 La figura 3b corresponde a un vehículo que efectúa un rodaje de acuerdo con el ciclo normalizado NEDC pero para el cual el sistema de tratamiento SCR será considerado como defectuoso debido a que la cantidad $Q_{aguas\ abajo}$ de óxidos de nitrógeno emitidos es superior al umbral S_{OBD} , estando entonces la salida lógica del primer comparador 201 en 1, y la cantidad Q_{SCR} de NO_x tratados es inferior al umbral Δ_{OBD} , estando igualmente en 1 la salida lógica del segundo comparador 202. Valiendo 1 la salida lógica de la puerta Y, se emite una señal de fallo de funcionamiento.

- 30 La figura 4a corresponde a un vehículo que efectúa un rodaje fuera de ciclo normalizado NEDC y para el cual el sistema de tratamiento será considerado como funcional, aunque no es conforme a la reglamentación OBD. Como $Q_{aguas\ abajo} > S_{OBD}$, la salida del primer comparador 201 vale 1. Por el contrario, la salida del segundo comparador 202 está en 0 puesto que $\Delta_{OBD} < Q_{SCR}$. Estando en 0 la salida lógica de la puerta Y 200, no se será emitida ninguna señal de fallo de funcionamiento.

- 35 Finalmente, la figura 4b corresponde a un vehículo que efectúa un rodaje fuera de ciclo normalizado NEDC y para el cual el sistema de tratamiento será considerado como defectuoso. A diferencia del caso precedente, se tiene este vez $\Delta_{OBD} > Q_{SCR}$ lo que pone en 1 la salida del segundo comparador 202 y en 1 igualmente la salida del segundo comparador 202. Se emite entonces una señal de fallo de funcionamiento.

- 40 La figura 6 muestra un ejemplo de rodaje de un vehículo para el cual se detectará un fallo de funcionamiento del sistema SCR en el momento t_0 en que se haga una solicitud de diagnóstico, de acuerdo con la situación ilustrada en la figura 4b.

45

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección de fallo de funcionamiento de un sistema (10) de tratamiento de óxidos de nitrógeno (NO_x) producidos por un motor térmico, consistente en:
 - 5 * para un ciclo de conducción de referencia, definición de una diferencia de referencia (Δ_{OBD}) entre, por una parte, un valor máximo ($Q_{\text{aguas arriba}}^{\circ}$) para la cantidad de óxidos de nitrógeno producidos aguas arriba del sistema (10) y, por otra, un umbral (S_{OBD}) para la cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema (10), y
 - * en una fase de funcionamiento, cálculo de una cantidad (Q_{SCR}) de óxidos de nitrógeno tratados como la diferencia entre la cantidad ($Q_{\text{aguas arriba}}$) de óxidos de nitrógeno producidos y la cantidad ($Q_{\text{aguas abajo}}$) de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema,
 - 10 * comparación de la citada cantidad ($Q_{\text{aguas abajo}}$) de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo con el citado umbral (S_{OBD}), y de la diferencia de referencia (Δ_{OBD}) con la cantidad (Q_{SCR}) de óxidos de nitrógeno tratados,
 - * conclusión en un fallo de funcionamiento del sistema de tratamiento si las dos comparaciones son simultáneamente positivas.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el citado ciclo de conducción de referencia es el ciclo normalizado de conducción NEDC.
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual el citado umbral (S_{OBD}) para la cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema de tratamiento es conforme a la reglamentación de diagnóstico embarcado OBD.
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual la citada cantidad ($Q_{\text{aguas abajo}}$) de óxidos de nitrógeno emitidos aguas abajo del sistema de tratamiento es determinada por un primer sensor (20) de óxidos de nitrógeno.
5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la citada cantidad ($Q_{\text{aguas arriba}}$) de óxidos de nitrógeno producidos por el motor térmico aguas arriba del sistema de tratamiento es determinada por un segundo sensor (30) de óxidos de nitrógeno.
- 25 6. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la citada cantidad ($Q_{\text{aguas arriba}}$) de óxidos de nitrógeno producidos por el motor térmico aguas arriba del sistema de tratamiento es determinada por medio de un modelo de emisión de óxidos de nitrógeno por el motor térmico.

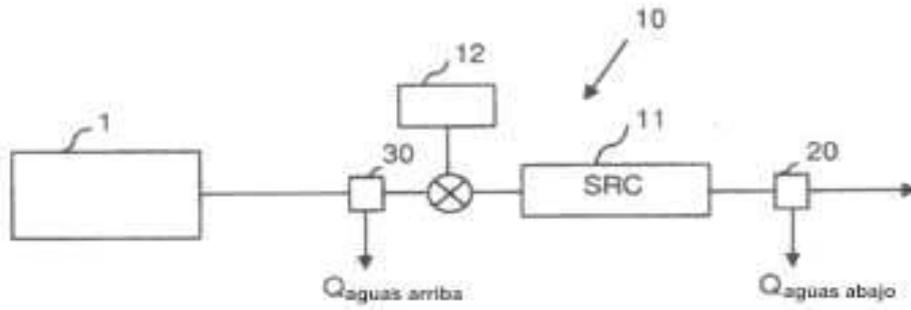


FIG. 1

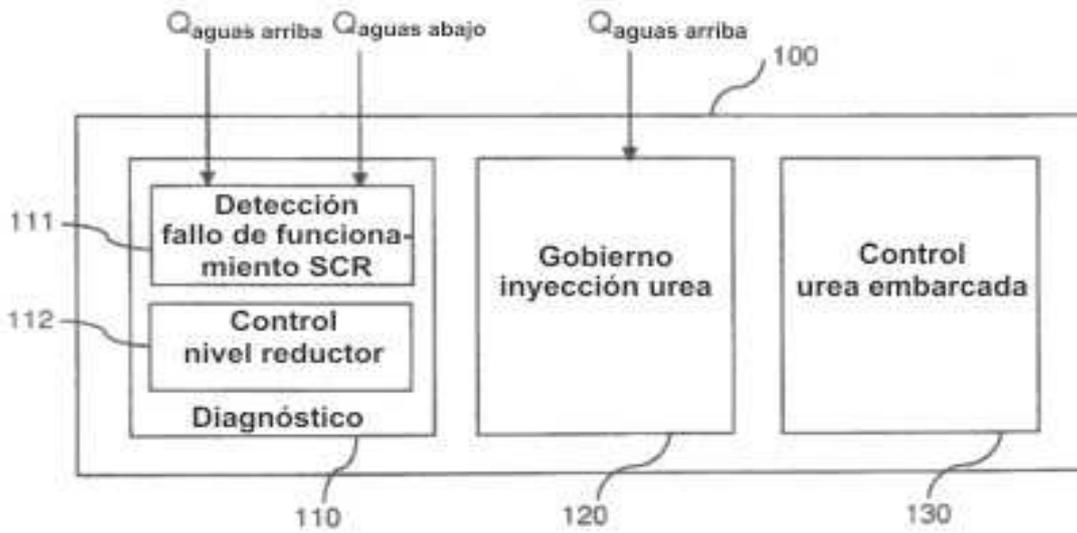


FIG. 2

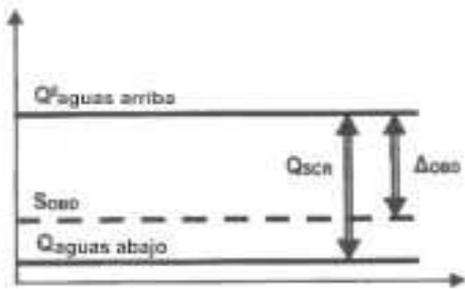


FIG. 3a

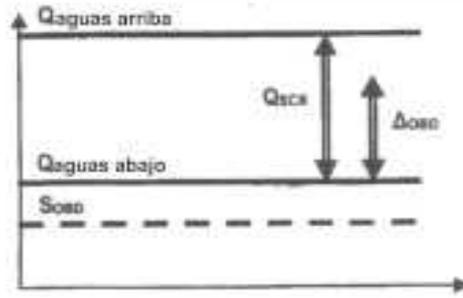


FIG. 4a

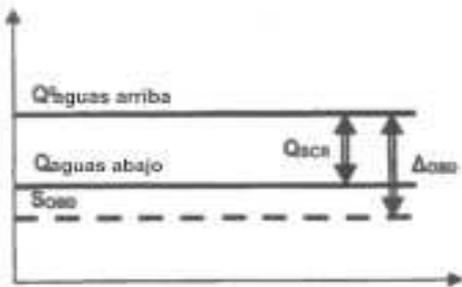


FIG. 3b

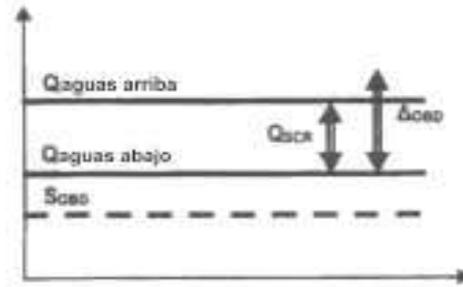


FIG. 4b

