

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 279**

51 Int. Cl.:

B01D 53/30 (2006.01)

B01D 53/56 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

B01D 53/75 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2009 E 09167493 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016 EP 2151272**

54 Título: **Procedimiento e instalación para depurar los humos de combustión que contienen óxidos de nitrógeno**

30 Prioridad:

08.08.2008 FR 0855500

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

06.03.2017

73 Titular/es:

**LAB SA (100.0%)
259 avenue Jean Jaurès
69007 Lyon, FR**

72 Inventor/es:

**TABARIES, FRANCK y
SIRET, BERNARD**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 604 279 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 e instalación para depurar los humos de combustión que contienen óxidos de nitrógeno.

5 **[0001]** La invención se refiere a la depuración de humos de combustión que contienen óxidos de nitrógeno.

[0002] Durante la combustión de materias como el carbón o el fuel, por ejemplo para la producción de energía, o durante la incineración de residuos, los humos producidos por la combustión contienen una proporción apreciable de óxidos de nitrógeno y no se pueden liberar a la atmósfera sin haber sido tratados.

10 **[0003]** Durante la combustión, se emiten otros contaminantes, en particular gases ácidos como el ácido clorhídrico o el dióxido de azufre, así como polvos y partículas sólidas. De manera general, los óxidos de nitrógeno deben eliminarse para lo que hay varias tecnologías disponibles con buena aceptación industrial:

15 - En primer lugar, se puede actuar sobre la combustión propiamente dicha. Se pueden utilizar los llamados quemadores de «bajo-NO_x» en el caso de la combustión de carbón o de fuel, o bien se puede modificar el exceso de aire, o su escalonamiento, de manera que, en las zonas muy calientes, se minimice la formación de los óxidos de nitrógeno a partir del nitrógeno del aire. Asimismo, se puede enriquecer la atmósfera de combustión con oxígeno o reciclar el CO₂ para producir este efecto. Este enfoque está limitado en su eficacia y además su aplicación es poco

20 cómoda en el caso de la incineración de residuos, y no basta, de ninguna manera para llevar el contenido de óxidos de nitrógeno de los humos de combustión por debajo de 150 mg/Nm³ de NO_x.
- Un segundo enfoque consiste en inyectar un reactivo, normalmente amoníaco o urea, en una zona concreta de la combustión. El reactivo se descompone y los radicales generados reaccionan para evitar la formación de los óxidos de nitrógeno o destruir los que ya se han formado. De nuevo, esta solución tiene sus límites y es difícil superar el

25 rendimiento de destrucción en más del 70 %, salvo que se permita una fuga de amoníaco de más de una decena de miligramos por Nm³. De nuevo, en el caso de la incineración de residuos, no se puede obtener más de 120 mg/Nm³ de NO_x sin tener una fuga de amoníaco importante. Esta solución, llamada SNCR (Selective Non Catalytic Reduction), no basta, por tanto, para responder a las necesidades de las unidades modernas.
30 **[0004]** Tradicionalmente, la técnica que se sigue cuando se necesita obtener contenidos de NO_x inferiores a 80 mg/Nm³ consiste en recurrir a la SCR (Selective Catalytic Reduction). Se induce la reacción de los óxidos de nitrógeno con un reactivo apropiado sobre un catalizador mantenido a una temperatura relativamente elevada. El reactivo empleado es típicamente el amoníaco, o la urea. Aunque esta técnica está dominada actualmente, hay algunas restricciones y limitaciones, como la existencia de venenos (óxidos alcalinos, fósforo, arsénico), y

35 compuestos que se pueden depositar y bloquear los poros del catalizador (sulfatos e hidrógeno sulfatos de amonio, SO₃...) que obligan, bien a una depuración más profunda de los humos, bien a operar a una temperatura superior a 250°C para limitar el impacto de estos compuestos que desactivan el catalizador. Esto es especialmente cierto en las instalaciones de incineración de residuos, donde los humos de combustión contienen una variedad de contaminantes bastante más considerable que en las unidades de combustión de gas o de carbón. A menudo, las unidades de combustión ya están provistas de una solución SNCR pero dado que esta no es suficiente para obtener

40 niveles de NO_x lo bastante bajos como para cumplir las nuevas exigencias normativas, es necesario añadir un reactor SCR, aguas abajo de los tratamientos de humos existentes. Si bien esta opción permite que la SCR trabaje en buenas condiciones, la integración térmica solo puede conseguirse recurriendo a intercambiadores de tipo proceso-proceso costosos. La adición de estos equipamientos (intercambiadores proceso-proceso, reactores) también crea una pérdida de carga adicional y cuesta energía.
45 **[0005]** Algunos contaminantes como SO₃, o indirectamente SO₂ parcialmente oxidado en SO₃, que se combinan con amoníaco para formar hidrógeno sulfatos y sulfatos de amonio que se depositan y bloquean el catalizador se deben evitar. Se sabe que, cuando el contenido de SO_x aumenta, se debe hacer trabajar el catalizador a una temperatura más elevada, e incluso se ha propuesto en el documento FR-A-2 876 597, que se condicione la temperatura al contenido en SO_x.

50 **[0006]** EP-A- 0 855 649, que se considera como el estado de la técnica más cercano a los objetos de las reivindicaciones 1 y 10, divulga un procedimiento de depuración de humos de combustión que contienen óxidos de nitrógeno, en el que sucesivamente:
55 - se inyecta un primer reactivo de desnitrificación SNCR en una zona en la que los humos tienen una temperatura comprendida entre 700°C y 900°C, preferentemente igual a 850°C;
- se hacen circular esos humos en una caldera para disminuir la temperatura de los humos;
60 - cuando los humos presentan una temperatura inferior a 350°C, se inyecta en estos humos, por una parte, un reactivo para disminuir la concentración de los contaminantes ácidos y un segundo reactivo de desnitrificación SCR;
- se hacen circular los humos en un filtro que integra un reactor catalítico SCR; y
- se elimina al menos una fracción de los contaminantes ácidos.

[0007] Dicho esto, la invención pretende ofrecer un procedimiento que garantiza una depuración fiable de los humos tratados, y que combina de manera ingeniosa las desnitrificaciones SCR y SNCR, al tiempo que se ahorra energía y se minimiza la inversión.

5 **[0008]** A estos efectos, se refiere a un procedimiento según la reivindicación 1 anexa.

[0009] Las características ventajosas de este procedimiento se explican en las reivindicaciones 2 a 9 anexas.

10 **[0010]** La invención también se refiere a una instalación según la reivindicación 10 anexa. Las características ventajosas de esta instalación se describen en las reivindicaciones 11 a 13 anexas.

[0011] La invención se refiere al tratamiento de los humos de combustión, y en particular al tratamiento de los humos de combustión de los desechos domésticos, residuos industriales o residuos especiales.

15 **[0012]** Según la invención, para el tratamiento de los humos se combinan las siguientes etapas:

- Una desnitrificación del tipo SNCR, en la que se introduce, en una zona con una temperatura entre 800°C y 1100°C, un reactivo como el amoníaco NH_3 o la urea. La cantidad de reactivo inyectado se regula de forma que solo se realice una desnitrificación parcial, limitada entre el 30 % y el 70 %. Esto permite que se pueda realizar una desnitrificación previa, mientras se limita la fuga de amoníaco y se conservan las emisiones de N_2O mínimas, típicamente inferiores a 10 a 15 mg/Nm^3 . Como se ha visto anteriormente, cuando esta desnitrificación es muy profunda la presencia de amoníaco y de N_2O es muy sustancial, de manera que la desnitrificación parcial conforme a la invención es ventajosa para el medioambiente. Además, gracias a una etapa de análisis que se explica a continuación, se puede garantizar que los humos que salen de esta primera etapa contienen por ejemplo menos de 20 mg/Nm^3 de protóxido de nitrógeno y por ejemplo menos de 50 mg/Nm^3 de amoníaco.

- La inyección de un reactivo como la cal o el magnesio, que puede captar los óxidos de nitrógeno y en particular el trióxido de azufre SO_3 , en una zona aguas abajo de la combustión, a una temperatura comprendida entre 500°C y 1100°C. Se inyecta una cantidad proporcional al caudal de los humos, en razón de una ratio estequiométrica molar de 0,2 a 1 respecto del SO_2 presente. Este reactivo permite reducir la concentración de óxidos de azufre, lo que permite proteger al catalizador, que es sensible a dichos compuestos, de la etapa posterior de desnitrificación que se describe a continuación.

- El paso por un economizador o una caldera, que tiene como consecuencia la reducción de la temperatura de los humos entre 160°C y 500°C, y preferiblemente entre 180°C y 250°C.

- El paso por un electrofiltro, que integra elementos catalíticos que garantizan una desnitrificación catalítica de acabado. Es ventajoso que el catalizador se incorpore en el colector de salida del electrofiltro o, eventualmente, en los conductos directamente unidos a este colector. Esta configuración permite, por tanto, que se gane energía gracias a la reducción de pérdida de cargas, en comparación con el uso de un reactor SCR separado del electrofiltro.

- Una medición de la concentración de uno o varios de los gases siguientes: N_2O (protóxido de nitrógeno), NH_3 (amoníaco) y CO (monóxido de carbono). El resultado de esta medición permite ajustar permanentemente la cantidad de reactivo alimentado durante la etapa de desnitrificación previa de tipo SNCR. Como se ha visto anteriormente, la regulación de esta cantidad permite que limitar la fuga de amoníaco, así como la concentración de N_2O . Este mismo analizador integra también una medición del contenido de óxidos de nitrógeno (NOx), con vistas a llevar a cabo la desnitrificación posterior de tipo SCR.

45 **[0013]** La invención se describirá a continuación, en referencia a la figura única anexa, que se da a modo de ejemplo no limitativo, que es una vista esquemática que ilustra una instalación de depuración de los humos según la invención.

50 **[0014]** En referencia a esta figura, la instalación conforme a la invención presenta en primer lugar, una unidad de combustión 101, que quema, por ejemplo y de forma no limitada, desechos domésticos, residuos industriales o residuos especiales. Esta unidad 101 recibe un flujo (1) de un reactivo destinado a realizar una desnitrificación no catalítica y selectiva, llamada SNCR. Según una forma conocida, el reactivo (1) compuesto por amoníaco, urea sólida o una solución de urea, se inyecta en una zona donde la temperatura de los humos está comprendida entre 800°C y 1100°C, en concreto entre 850°C y 1100°C.

[0015] En la presente solicitud, se llama reactivo SNCR a un reactivo apto para ser aplicado en una desnitrificación de tipo SNCR, y se llama reactivo SCR y catalizador SCR a un reactivo y un catalizador que se pueden utilizar en una desnitrificación de tipo SCR.

60 **[0016]** La desnitrificación preliminar, de tipo SNCR, presenta un rendimiento limitado de forma voluntaria a un valor comprendido entre el 30 % y el 70 % preferentemente entre el 40 % y el 50 %. Esto significa que, aguas abajo de esta desnitrificación primaria, entre el 30 % y el 70 % de los óxidos de nitrógeno se han eliminado de los humos

de combustión 2, respecto de una situación en la que no se inyecte ningún reactivo de desnitrificación. Se debe recordar que, como se ha presentado en el preámbulo de la solicitud, es técnicamente posible obtener rendimientos a nivel de la SNCR superiores al 70 %. Sin embargo, esto se consigue al precio de una fuga de amoníaco de dos decenas a varias decenas de mg/NH₃, así como de una fuga sustancial de N₂O.

5
 [0017] Los humos que salen de 101 atraviesan después un economizador o una caldera 102, con una tecnología conocida, cuyo objetivo es recuperar la energía térmica vehiculada por los humos (2). Se inyecta además un reactivo 3 destinado a reducir la concentración de los óxidos de nitrógeno SO_x, y particularmente de trióxido de nitrógeno SO₃. El reactivo 3 se inyecta en una zona en la que la temperatura de los humos está comprendida entre 10
 500°C y 1100°C, preferentemente entre 850°C y 1000°C. Esta zona se encuentra, típicamente inmediatamente aguas arriba de la caldera 102 o incluso en una zona de esta caldera que opere en el rango de temperatura que se ha indicado antes.

15
 [0018] La cantidad de reactivo 3 introducida corresponde a una ratio estequiométrica comprendida entre 0,2 y 1 veces la estequiometría molar, respecto del dióxido de azufre presente. A modo de ejemplo, una unidad que produzca 100 000 Nm³/h de humos, y cuyos humos (2) contuvieran 200 mg/Nm³ de SO₂, es decir 20 kg/h de SO₂, o 0,31 kmol/h de SO₂ según la invención solicitaría entre 0,062 y 0,31 kmol/h de cal, o 4,6 a 23 kg/h de cal, si la cal se utiliza como reactivo. El reactivo (3) utilizado puede ser, por ejemplo, la cal, la cal con elevada superficie específica o el magnesio.

20
 [0019] Con el objetivo de continuar con la desnitrificación, que solo se ha hecho de manera parcial por la SNCR, se inyecta un reactivo (4) susceptible de conseguir una desnitrificación adicional de tipo SCR, con un catalizador 104. Este reactivo (4), que es por ejemplo, amoníaco anhidro, una solución amoniacal, o urea en solución, se inyecta en una zona de temperatura entre 160°C y 500°C. Esta zona o está situada típicamente 25
 inmediatamente aguas abajo de la caldera 102, o corresponde a una zona de la caldera o del economizador, que opera en el rango de la temperatura indicada.

[0020] La invención requiere también la intervención de un electrofiltro 103, de un tipo conocido, que se coloca aguas abajo de la caldera 102 y de la zona de inyección del reactivo 4. De forma habitual, este electrofiltro 30
 103 presenta una entrada 103₁, así como una zona activa 103₂ en la que por ejemplo, se colocan placas destinadas a captar los polvos por efecto electrostático. Esta parte activa desemboca en un colector de humo 103₃ que se comunica con un conducto de salida 103₄.

[0021] De manera particularmente ventajosa, el lecho del catalizador 104 está integrado en el electrofiltro 35
 103, en particular, estando colocado aguas abajo de la zona activa 103₂. Esto significa que este catalizador puede situarse en concreto en el colector de salida 103₃, que además es la variante preferida. De forma alternativa, también se puede considerar colocar este catalizador en el conducto de salida 103₄. De esta forma, se minimizan las pérdidas de carga, lo que garantiza una ventaja económica sustancial, tanto en términos de investigación como de coste energético, respecto de una situación clásica en la que el reactor de desnitrificación SCR estaría separado del electrofiltro. 40

[0022] El reactivo 4, como se ha visto, se inyecta aguas arriba del electrofiltro, lo atraviesa y reacciona a la altura del catalizador de SCR 104, para completar la desnitrificación de los humos. La cantidad de reactivo 4 se controla a partir de la información sobre la concentración de óxidos de nitrógeno, medida aguas abajo del reactor 45
 104 gracias a un analizador.

[0023] Típicamente, se puede elegir un rango de consigna relativo a esta concentración de óxido de nitrógeno. Si el analizador mide una concentración instantánea de óxidos de nitrógeno que se encuentra fuera de este rango, la cantidad de reactivo (4) se modifica para que dicha concentración de óxidos de nitrógeno vuelva a 50
 dicho rango.

[0024] Con el fin de regular la primera etapa de la desnitrificación, es decir la de tipo SNCR correspondiente al reactivo 1, el analizador 201 mide la concentración de al menos uno de los contaminantes siguientes: CO, N₂O y NH₃. En caso de que al menos un valor instantáneo de concentración supere un valor predeterminado, el analizador 55
 201 ordena una inyección del reactivo 1, a través de una línea 203, de forma que se reduzca la cantidad de reactivo 1 admitida. Esto permite garantizar que la desnitrificación previa SNCR no genera una cantidad inaceptable de subproductos tóxicos, como aquellos cuya concentración mide el analizador 201.

[0025] Como se deriva de lo anterior, se elige ventajosamente un valor umbral de al menos uno de estos tres contaminantes y se reduce la cantidad de reactivo 1, si al menos un valor de concentración medido es superior a un valor objetivo correspondiente. A modo de ejemplo, no limitativo, se pueden elegir tres valores umbral: 60

- para el N₂O: 30 mg/Nm³, preferentemente 20 mg/Nm³;

- para el NH₃: 10 mg/Nm³, preferentemente 5 mg/Nm³;
- para el CO: 100 mg/Nm³, preferentemente 50 mg/Nm³.

5 **[0026]** El valor de estas concentraciones umbral evidentemente puede ser variable, en función de diferentes parámetros, que pueden ser legislaciones propias de cada estado, o limitaciones relacionadas con cada instalación.

10 **[0027]** La medición de la concentración de uno de los gases anteriores permite, por tanto, regular la cantidad de reactivo 1 inyectado. Esta regulación puede realizarse también de forma «manual». En este último caso, el analizador indica, por ejemplo de forma visual, un rebasamiento de al menos una concentración al operador, para que este pueda modificar el caudal del primer reactivo admitido.

15 **[0028]** El analizador 201 puede cumplir una doble función, como por una parte, medir la concentración de al menos uno de los tres contaminantes mencionados, y por otra parte la concentración de óxido de nitrógeno. Sin embargo, a modo de variante, se pueden utilizar dos analizadores diferentes. En esta óptica, el analizador 201 se ocupa por un lado de la medición de los tres contaminadores antes mencionados, es decir, CO, N₂O y NH₃.

20 **[0029]** Entonces se dispone un analizador adicional, no representado, capaz de medir la concentración de óxidos de nitrógeno NO_x, para controlar la cantidad de reactivo 4 inyectada. Este analizador adicional se puede colocar cerca del 201, o integrarse a la chimenea 8.

25 **[0030]** Por último, se depuran los humos desnitrificados de los gases ácidos, como HCl o SO₂, gracias a tecnologías conocidas. En referencia a la figura única, a este efecto se representa un filtro de manga 105, antes aguas arriba del cual se inyectan diferentes reactivos, por ejemplo cal o bicarbonato de sodio por la línea 6, así como carbón activo por la línea 7. Los humos tratados con este método se envían a una chimenea 8, también de tipo clásico.

30 **[0031]** La integración del reactor SCR 104 del electrofiltro 103 permite reducir el consumo energético y la pérdida de carga. Esto significa, en concreto, que según la invención, no puede haber un calentador o un intercambiador de calor entre 103 y 104 de manera que el reactor 104 opera sensiblemente a la temperatura del electrofiltro 103. En general, esta temperatura es baja, estando comprendida por ejemplo entre 160°C y 250°C. Sin embargo, a estas bajas temperaturas, el catalizador del reactor 104 es sensible a los polvos, a los venenos y en particular al SO₃. Por esta razón, la agregación del reactivo (3) destinada a controlar el nivel de óxidos de nitrógeno, permite proteger el catalizador 104.

35 **[0032]** En una variante, la cantidad de reactivo (3) que se debe añadir se regula a partir de la información proporcionada por un sensor que indica el punto de rocío ácido o el contenido de SO₃.

40 **[0033]** En otra variante, siempre destinada a garantizar que la desnitrificación catalítica SNCR de 101 se realiza de forma muy parcial, la necesidad total de reactivos de desnitrificación (1) y (4) se determina a partir de las informaciones de un analizador de NO_x, colocado aguas abajo del reactor 104. Como se ha visto anteriormente, este analizador de NO_x puede ser el 201, que mide además la concentración de los contaminadores mencionados anteriormente, o que estar formado por un analizador distinto del 201.

45 **[0034]** La relación de los flujos de reactivos entre el (1) y el (4) es fija, de modo que el flujo (1) proporciona entre el 25 % y 60 % de las necesidades totales que corresponden a la suma de los flujos (1) y (4). Esto significa que, cuando los reactivos 1 y 4 son los mismos, se utiliza entre el 25 % y el 60 % en peso de reactivo total, en la etapa de desnitrificación previa SNCR. Estas cantidades respectivas se modulan cuando los reactivos utilizados son diferentes, en función de la eficacia por unidad de masa de esos dos reactivos.

50 **[0035]** Por último, la inyección del reactivo 4 conduce a la descomposición al menos parcial de este último, en particular de amoníaco NH₃. Sin embargo, este amoníaco contribuye a modificar la conductividad eléctrica de los polvos, lo que tiende a aumentar el rendimiento del electrofiltro 103.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de depuración de humos de combustión que contienen óxidos de nitrógeno, en el que:
- 5 - se inyecta un primer reactivo (1) de desnitrificación SNCR, en una zona en la que los humos (2) poseen una temperatura comprendida entre 800°C y 1100°C, preferentemente entre 850°C y 1100°C;
- se inyecta en esos humos (2) un reactivo (3) de control del contenido de óxidos de nitrógeno, en una zona en la que dichos humos poseen una temperatura comprendida entre 500°C y 1100°C;
- 10 - después se hacen circular esos humos en una caldera (102) o en un economizador, de forma que se reduzca sustancialmente su temperatura;
- entonces se inyecta en esos humos un segundo reactivo (4) de desnitrificación SCR, en una zona en la que la temperatura de los humos se encuentra entre 160°C y 500°C, preferentemente entre 180°C y 250°C;
- después se hacen circular esos humos en un electrofiltro (103) que integra un reactor catalítico (104) SCR, apto para utilizar el segundo reactivo (4) de desnitrificación SCR;
- 15 - entonces se analizan los humos que han atravesado ese reactor SCR, se mide la concentración de al menos uno de los siguientes gases: N₂O, NH₃ y CO, y se mide la concentración de óxidos de nitrógeno; y
- entonces se elimina al menos una fracción de los contaminantes ácidos de dichos humos, en concreto de tipo SO₂ y HCl,
- 20 - procedimiento en el que se inyecta el primer reactivo (1) en una cantidad tal que la desnitrificación primaria SNCR presenta un rendimiento del 30 % al 70 %, preferentemente del 40 % al 50 %, reduciendo esta cantidad del primer reactivo (1) cuando el valor medido de concentración de al menos uno de los gases anteriores sobrepasa un valor umbral predeterminado correspondiente, cada uno de los gases anteriores estando asociado a su propio valor umbral predeterminado, y en el que se controla la cantidad del segundo reactivo (4) inyectado a partir de información relacionada con la medición de la concentración de óxidos de nitrógeno.
- 25
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se eligen los valores umbral siguientes:
- 30 - para el N₂O: 30 mg/Nm³, preferentemente 20 mg/Nm³;
- para el NH₃: 10 mg/Nm³, preferentemente 5 mg/Nm³;
- para el CO: 100 mg/Nm³, preferentemente 50 mg/Nm³.
3. Procedimiento según una de la reivindicaciones anteriores en el que se elige un rango de consigna de la concentración de óxidos de nitrógeno aguas abajo del reactor (104), y se modifica la cantidad del segundo reactivo (4) inyectada si el valor de la concentración medida de óxidos de nitrógeno se encuentra fuera de rango.
- 35
4. Procedimiento según una de la reivindicaciones 1 a 3, en el que se inyecta el reactivo (3) de control de los dióxidos de azufre, en una cantidad tal que la ratio estequiométrica molar respecto del dióxido de azufre presente en los humos esté comprendida entre 0,2 y 1.
- 40
5. Procedimiento según una de la reivindicaciones 1 a 3, en el que se mide el punto de rocío ácido aguas abajo del punto de inyección del reactivo (3) de control de los dióxidos de azufre, y se regula la cantidad de reactivo inyectado de forma que dicho punto de rocío sea inferior a un valor predeterminado.
- 45
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes en el que el reactivo (3) destinado a controlar los óxidos de azufre es la cal, la cal con elevada superficie específica o el magnesio.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes en el que el segundo reactivo (4) de desnitrificación SCR es el amoníaco, una solución amoniacal o una solución de urea.
- 50
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes en el que se alimenta el primer (1) y segundo (4) reactivo de desnitrificación, con unas cantidades tales que la relación de los flujos de reactivos entre el (1) y el (4) está fijada de manera que el flujo (1) proporcione entre el 25 % y el 60 % de las necesidades totales correspondientes a la suma de los flujos (1) y (4).
- 55
9. Procedimiento según la reivindicación 8 en el que, el primer (1) y segundo (4) reactivo son los mismos, y la cantidad del primer reactivo representa entre el 25 % y el 60 % de la suma de los pesos respectivos de las cantidades del primer y segundo reactivo.
- 60
10. Instalación de depuración de los humos de combustión que contienen óxidos de nitrógeno, que presenta en el sentido del flujo de los humos:

- medios de inyección de un primer reactivo (1) de desnitrificación SNCR, adaptados para inyectar un primer reactivo en una cantidad tal que la desnitrificación primaria SNCR presente un rendimiento del 30 % al 70 %, preferentemente del 40 % al 50 %;
- medios de inyección de un reactivo (3) de control del contenido de óxidos azufre;
- 5 - una caldera (102) o un economizador, destinada/o a reducir sustancialmente la temperatura de los humos;
- medios de inyección de un segundo reactivo (4) de desnitrificación SCR;
- un electrofiltro (103), que integra un reactor catalítico SCR (104) para utilizar el segundo reactivo de desnitrificación;
- 10 - un primer analizador (201), para medir la concentración de al menos uno de los gases siguientes: N₂O, NH₃ y CO aguas abajo del reactor SCR (104), y para avisar cuando el valor medido de al menos uno de los gases mencionados supera un valor umbral predeterminado correspondiente para que la cantidad del primer reactivo (1) se reduzca por los medios de inyección del primer reactivo y donde cada uno de los gases precitados está asociado a su propio valor umbral predeterminado;
- 15 - un segundo analizador (201), para medir la concentración de óxidos de nitrógeno en los humos, aguas abajo del reactor SCR (104); y
- un depurador (105) destinado a eliminar al menos una parte de los contaminantes ácidos de los humos, de tipo SO₂ y HCl.

- 11. Instalación según la reivindicación 10, en la que el catalizador de desnitrificación SCR (104) está
20 integrado en el colector de salida (103₃) del electrofiltro (103).
- 12. Instalación según la reivindicación 10, en la que el catalizador de desnitrificación SCR (104) está
integrado en el conducto de salida (103₄) del electrofiltro (103).
- 25 13. Instalación según una de las reivindicaciones 10 a 12, en la que el primer y el segundo analizador (201) están fusionados.

