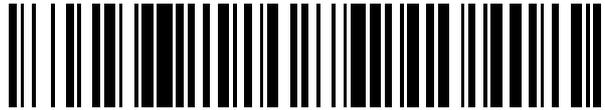


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 446 103**

51 Int. Cl.:

**B01J 8/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2006 E 06709366 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2013 EP 1866068**

54 Título: **Dispositivo para la mezcla y la distribución de un gas y de un líquido aguas arriba de un lecho granular**

30 Prioridad:

**17.03.2005 FR 0502647**

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

**06.03.2014**

73 Titular/es:

**INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE (100.0%)  
1 ET 4, AVENUE DE BOIS PRÉAU  
92852 RUEIL MALMAISON CEDEX, FR**

72 Inventor/es:

**BOYER, CHRISTOPHE y  
SVEZIA, DANIEL**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 446 103 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**

Dispositivo para la mezcla y la distribución de un gas y de un líquido aguas arriba de un lecho granular

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo de los equipos dispuestos normalmente en el interior de una cámara en la cual se utiliza al menos un lecho granular. Los ámbitos de uso de la invención cubren la aplicación de lecho granular en procesos químicos, físicos o físico-químicos. La invención se refiere, de manera más particular, al campo de las placas de distribución normalmente montadas en el interior de una cámara y destinadas a distribuir de forma uniforme un fluido en la superficie de un lecho granular.

**Técnica anterior**

La patente francesa FR 2 842 435 describe un dispositivo de mezcla y de distribución de un fluido líquido y de un fluido gaseoso, situado aguas arriba de un lecho granular dentro de un reactor. El dispositivo descrito en esta patente comprende una placa equipada con unas chimeneas, disponiendo dichas chimeneas de una parte superior que desemboca por encima de la placa y de un extremo inferior que comunica con la parte inferior de la placa, estando provista la parte superior de las chimeneas de unos orificios laterales. En este dispositivo, el líquido se conduce mediante un sistema tubular desde el exterior del reactor por la placa de distribución, de tal modo que el extremo inferior de dicho sistema tubular se mantenga sumergido dentro del líquido acumulado por encima de la placa. Este extremo inferior del sistema tubular puede, por otra parte, prolongarse mediante unos tubos perforados sumergidos dentro del líquido acumulado por encima de la placa.

El inconveniente de dicho sistema es que el gas y el líquido se conducen al reactor de manera separada. En efecto, es a menudo deseable maximizar el contacto entre el fluido gaseoso y el fluido líquido antes de distribuir la mezcla de estos fluidos de forma homogénea por toda la sección del reactor. Es a menudo importante, en particular en el caso de procesos químicos, que la carga líquida esté saturada en compuestos reactivos procedentes del fluido gaseoso, y esto antes incluso de que la mezcla de gas y de líquido atraviese el lecho catalítico.

Un inconveniente adicional de dicho sistema es que solo se puede poner en carga con una cantidad significativa de líquido para llenar el sistema tubular. Por ello, las velocidades de líquido son altas al nivel del extremo inferior del sistema tubular, o de los orificios de los tubos que prolongan este extremo. Esto puede ser una fuente de perturbación de la interfase entre el gas y el líquido, lo que compromete la homogeneidad de la mezcla entre el gas y el líquido, por una parte, y la uniformidad de la distribución de dicha mezcla en la superficie superior del lecho, por otra parte.

La solicitud de patente internacional WO 95/35159 describe, por su parte, un sistema de distribución para dirigir gas y líquido a través de la superficie de un lecho fijo de sólidos que comprende una placa de distribución y una multitud de tubos que se extienden a través de dicha placa, estando provisto cada uno de estos tubos de una multitud de orificios laterales que se extienden verticalmente por encima de la cara superior de la placa, en el cual dos grupos de estos tubos se diferencian por la posición vertical de sus orificios laterales. El dispositivo descrito en esta solicitud de patente permite, por medio de la posición de los orificios laterales de los dos grupos de tubos, reducir el caudal de líquido que fluye a través de la placa cuando la altura de líquido acumulado en dicha placa alcanza un nivel por debajo del cual uno de los grupos de tubos no comprende ningún orificio lateral. Por otra parte, el gas y el líquido se conducen por la placa de distribución por medio de unos tubos verticales montados en la cara superior de dicha placa y de unas ranuras situadas en la base de estos tubos.

El inconveniente de dicho sistema es que el gas y el líquido se introducen en estado de mezcla en la cara superior de la placa de distribución. Este modo de introducción genera, en parte a causa del burbujeo del gas en el líquido, unas perturbaciones de la interfase entre el gas y el líquido.

El dispositivo de la presente invención permite reducir, e incluso eliminar, los inconvenientes mencionados más arriba.

Los documentos EP 1 437 175, US 4 126 539 y US 5 484 578 dan a conocer unos dispositivos de mezcla y de distribución de un gas y de un líquido de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Los documentos EP 1 180 393 y EP 1 180 394 muestran un dispositivo que comprende dos placas solidarizadas mediante unas chimeneas.

**Resumen de la invención**

Un objeto de la presente invención es ofrecer un dispositivo, montado dentro de una cámara, que permite optimizar la mezcla y la distribución de un gas y de un líquido aguas arriba de un lecho granular o entre dos lechos granulares sucesivos.

Otro objeto de la invención es ofrecer un dispositivo que permite la introducción de un gas y de un líquido dentro de una cámara de reacción, y que también permite la redistribución uniforme y homogénea de este gas y de este líquido por un lecho granular.

5 Otro objeto de la invención es maximizar la transferencia de masa entre el gas y el líquido aguas arriba de la inyección de la mezcla de gas y de líquido en la entrada de un lecho granular. En el caso de procesos químicos, esto permite favorecer la transferencia de compuestos reactivos procedentes del gas hacia el líquido. En dichos procesos químicos en los cuales la reacción tiene lugar normalmente en el líquido, esta transferencia de compuestos del gas hacia el líquido puede constituir un factor limitador del proceso reactivo. La invención permite aumentar esta transferencia entre el gas y el líquido, favoreciendo de este modo la creación de nubes homogéneas de burbujas en la interfase entre el gas y el líquido.

15 Otro objeto de la invención es ofrecer una placa de distribución de un gas y de un líquido que permite evitar cualquier fenómeno de burbujeo inestable o localizado, o de espumeo que podría ser perjudicial para la uniformidad de la distribución del gas y del líquido en la superficie del lecho granular.

20 Además de los objetos anteriormente enumerados, la invención permite resolver al menos el problema técnico que consiste en mejorar la uniformidad de la distribución de una mezcla que comprende un gas y un líquido por la superficie superior del lecho.

25 La invención se refiere, por lo tanto, a un dispositivo para la mezcla y la distribución de un gas y de un líquido dispuesto aguas arriba de un lecho granular, que comprende una placa inferior y un medio de conducción del gas y del líquido provisto de una placa superior, estando equipada la placa inferior con una multitud de chimeneas, comprendiendo cada una de las chimeneas una parte superior y una parte inferior que comunica con la parte inferior de dicha placa, estando la placa superior, por su parte, provista de al menos unos medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior y de unos medios para separar y para transportar el gas.

30 En un modo de realización, los medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior comprenden unos orificios repartidos de forma uniforme por la superficie de dicha bandeja superior.

35 Como alternativa, estos medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior pueden comprender al menos un conducto a través de la placa superior cuyos extremos están dispuestos de tal modo que estén sumergidos dentro del líquido acumulado al nivel de la placa inferior, para uno de los extremos, y dentro del líquido acumulado al nivel de la placa superior, para el otro.

40 En otro modo de realización, los medios para separar y para transportar el gas comprenden unos tubos abiertos en sus extremos dispuestos a través de la placa superior y cuyo extremo superior está cubierto por una tapa de tal modo que solo deje pasar el gas.

45 En otro modo de realización, los medios para separar y para transportar el gas por debajo de la placa superior comprenden una abertura de forma anular dispuesta en la periferia de la placa superior y provista de un reborde, y una tapa que cubre dicha abertura de tal modo que solo deje pasar el gas.

50 La descripción y las figuras que se presentan más abajo permiten ilustrar de manera más clara los modos de realización del dispositivo de la invención y muestran el conjunto de las ventajas asociadas a la aplicación de este dispositivo.

#### Breve descripción de las figuras

55 La figura 1 ilustra, de manera no limitativa, un modo de realización de un dispositivo no conforme con la invención en el cual los medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior comprenden unos orificios repartidos de forma uniforme por la superficie de dicha placa superior y los medios para separar y para transportar el gas comprenden unos tubos abiertos en sus extremos, dispuestos a través de la placa superior, y cuyo extremo superior está cubierto por una tapa de tal modo que solo deje pasar el gas.

La figura 2 ilustra, de manera no limitativa, otro modo de realización del dispositivo de la invención en el cual las chimeneas de la placa inferior desempeñan la función de soporte de la placa superior.

60 La figura 3 ilustra, de manera no limitativa, otro modo de realización del dispositivo de la invención en el cual el medio de conducción del gas y del líquido comprende un medio de separación adicional aguas arriba de la bandeja superior.

65 La figura 4 ilustra, de manera no limitativa, un modo de realización no conforme con la invención en el cual los medios para separar y para transportar el gas por debajo de la bandeja superior comprenden una abertura de forma anular dispuesta en la periferia de la bandeja superior y provista de un reborde, y una tapa que cubre

dicha abertura de tal modo que solo deje pasar el gas.

5 La figura 5 ilustra, de manera no limitativa, un modo de realización en el cual los medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior pueden comprender al menos un conducto a través de la placa superior cuyos extremos están dispuestos de tal modo que estén sumergidos dentro del líquido acumulado al nivel de la placa inferior, para uno de los extremos, y dentro del líquido acumulado al nivel de la placa superior, para el otro.

10 Las figuras 6 y 7 están asociadas a los ejemplos que se presentan a continuación, y representan unas fotografías que permiten observar la interfase entre el gas y el líquido al nivel de la placa inferior de unas maquetas de un dispositivo de tipo estándar (técnica anterior), por una parte, y de un dispositivo de acuerdo con la invención, por otra parte.

15 Las figuras 8.a y 8.b están asociadas a los ejemplos que se presentan a continuación, y representan las distribuciones de los niveles de gas medidas en una sección del lecho granular aguas abajo del dispositivo de tipo estándar (técnica anterior), por una parte, y del dispositivo de acuerdo con la invención, por otra parte.

### Descripción detallada de la invención

20 La invención se refiere, por lo tanto, a un dispositivo para la mezcla y la distribución de un gas y de un líquido dispuesto aguas arriba de un lecho granular, que comprende un medio de conducción del gas y del líquido, y una placa inferior sustancialmente horizontal, estando equipada dicha placa inferior con una multitud de chimeneas repartidas de forma uniforme por la superficie de dicha placa, comprendiendo cada una de las chimeneas una parte superior y un extremo inferior que comunica con la parte inferior de dicha placa, estando provista la parte superior de las chimeneas de al menos un orificio lateral.

30 La mejora que aporta la presente invención es que el medio de conducción comprende una placa superior sustancialmente horizontal, por encima de la cual se suministra el gas y el líquido, estando provista dicha placa de unos medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior y de unos medios para separar y para transportar el gas.

35 Por lechos granulares, se entiende normalmente un conjunto de partículas sólidas con forma de granos, pudiendo estos granos tener cualquier forma pero lo más habitual aproximadamente cilíndrica o esférica, y con unas dimensiones típicas del orden de unos milímetros. Estos sólidos granulares presentan normalmente una actividad catalítica.

Normalmente, el dispositivo de la invención está integrado dentro de un reactor que puede contener uno o varios lechos granulares. Estos lechos son a menudo fijos, y pueden ser sucesivos y/o estar separados entre sí.

40 La invención está especialmente adaptada para aplicarse en un reactor con flujo paralelo con corriente descendente de líquido y de gas, a través del o de los lechos fijos de sólidos granulares.

45 El dispositivo de la invención puede estar dispuesto aguas arriba de un lecho granular, entre dos lechos granulares sucesivos o, de manera general, en la cabecera de un reactor alimentado con al menos un líquido y un gas.

El dispositivo de la invención comprende principalmente dos grupos de medios, esto es un medio para la conducción del gas y del líquido, y una placa inferior sustancialmente horizontal.

50 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el medio de conducción del gas y del líquido comprende una placa superior sustancialmente horizontal, por encima de la cual se suministra el gas y el líquido. Esta placa superior cubre normalmente toda la sección de la cámara de reacción o del reactor.

55 De acuerdo con otro aspecto de la invención, la placa superior del medio de conducción del gas y del líquido está provista de unos medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior.

60 En un modo de realización relativo a este aspecto de la invención, los medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior comprenden unos orificios repartidos de forma uniforme por la superficie de dicha placa. Estos orificios son normalmente específicos para el paso del líquido que se ha acumulado en la placa superior. De este modo, el líquido puede pasar bajo de la placa superior, es decir hacia la placa inferior.

De preferencia, la densidad de los orificios de la placa superior está comprendida entre 100 y 3.000, de manera más preferente entre 500 y 3.000 orificios por m<sup>2</sup>.

65 El diámetro de los orificios de la placa superior está comprendido, de preferencia, entre 1 y 20 mm, de manera aun más preferente entre 5 y 10 mm.

En otro modo de realización, los medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior comprenden al menos un conducto a través de la placa superior cuyos extremos están dispuestos de tal modo que estén sumergidos dentro del líquido acumulado al nivel de la placa inferior, para uno de los extremos, y dentro del líquido acumulado al nivel de la placa superior, para el otro.

5 El extremo superior del conducto puede estar dispuesto, de preferencia, a una altura inferior a 50 mm, de manera más preferente enrasado con respecto a la superficie superior de la placa superior.

Esta disposición del extremo superior permite dejar pasar únicamente el líquido.

10 El extremo inferior del conducto está dispuesto, de preferencia, a una altura inferior al nivel más bajo del orificio lateral más bajo de las chimeneas de la placa inferior.

15 Esta disposición del extremo inferior permite introducir el líquido al nivel de la placa inferior sin que se altere la superficie del líquido acumulado al nivel de dicha placa.

20 El conducto puede comprender, de preferencia, unos medios para la regulación del nivel de líquido en la placa superior. Estos medios pueden ser cualquier medio conocido por el experto en la materia que permita en particular generar una pérdida de carga, como, por ejemplo, unos orificios calibrados, unas tubuladuras convergentes o divergentes.

25 De acuerdo con otro aspecto más de la invención, la placa superior del medio de conducción del gas y del líquido está provista de unos medios para separar y para transportar el gas por debajo de dicha placa superior. De este modo, estos medios presentan una doble función que es separar el gas del líquido, por una parte, y transportar el gas por debajo de la placa superior, por otra parte.

30 En un modo preferente relativo a este aspecto de la invención, los medios para separar y para transportar el gas comprenden unos tubos abiertos en sus extremos dispuestos a través de la placa superior y cuyo extremo superior está cubierto por una tapa de tal modo que solo deje pasar el gas.

35 Como alternativa, los medios para separar y para transportar el gas comprenden unos tubos que tienen un extremo superior cerrado y un extremo inferior abierto, estando dichas chimeneas dispuestas a través de la placa superior y presentando una abertura lateral en la parte superior.

En ambos casos, la densidad de los tubos de la placa superior puede estar comprendida, de preferencia, entre 3 y 30, de manera más preferente entre 5 y 500 chimeneas por m<sup>2</sup>.

40 En otro modo preferente de la invención, los medios para separar y para transportar el gas comprenden una abertura de forma anular dispuesta en la periferia de la placa superior y provista de un reborde, y una tapa que cubre dicha abertura de tal modo que solo deje pasar el gas.

45 Esta placa superior se utiliza normalmente para separar el flujo de gas y de líquido procedente de los conductos de alimentación del reactor. Su configuración permite a menudo establecer un nivel de líquido suficiente para permitir la retirada del gas arrastrado en la fase líquida por el impacto de los chorros de gas y de líquido procedentes de la entrada de la cámara.

50 De este modo, el suministro del gas y del líquido en la placa inferior se realiza de forma separada, inyectándose el líquido a través de los orificios situados en la placa superior e inyectándose el gas a través de los medios para separar y para transportar dicho gas.

Además del medio de conducción del gas y del líquido que incluye la placa superior anteriormente descrita, el dispositivo de la invención comprende una placa inferior sustancialmente horizontal.

55 De la misma forma que la placa superior, esta placa inferior cubre normalmente toda la sección de la cámara de reacción o del reactor.

60 De acuerdo con la invención, esta placa inferior está equipada con una multitud de chimeneas repartidas de forma uniforme por la superficie de dicha placa inferior, comprendiendo cada una de las chimeneas una parte superior y una parte inferior que comunica con la parte inferior de dicha placa. Estas chimeneas son por lo general sustancialmente verticales. Presentan habitualmente una sección constante.

La densidad de las chimeneas de la placa inferior puede ir, de preferencia, de 100 a 700, de manera más preferente de 150 a 500 chimeneas por m<sup>2</sup>.

65 De preferencia, las chimeneas de la placa inferior se prolongan por debajo de dicha placa en una altura comprendida entre 10 y 100 mm. Esta configuración permite evitar que el líquido se escurra por la cara inferior de la placa inferior.

- 5 De preferencia, la distancia entre el extremo inferior de las chimeneas de la placa inferior y la superficie superior del lecho granular por debajo de dicha placa es superior a cero e inferior o igual a 300 mm, de manera más preferente inferior o igual a 100 mm. Esta configuración permite mantener una buena distribución entre el gas y el líquido en las capas superiores del lecho granular.
- 10 De acuerdo con la invención, la parte superior de las chimeneas está provista de al menos un orificio lateral. De preferencia, la parte superior de las chimeneas está provista de una multitud de orificios laterales situados a diferentes alturas.
- 15 Los orificios laterales a lo largo de la parte superior de las chimeneas de la placa inferior están repartidas, de preferencia, en al menos dos niveles, situándose el nivel más bajo por encima de la cara superior de la placa inferior, a una distancia comprendida entre 50 y 300 mm con respecto al extremo inferior de las chimeneas. El o los niveles de orificios laterales pueden, por su parte, estar separados por una altura de al menos 20 mm. De este modo, el dispositivo de la invención permite una enorme flexibilidad con respecto a las variaciones de caudal.
- 20 De preferencia, las chimeneas comprenden, en su extremo superior, unos medios que permiten evitar todo paso del líquido por este extremo. Estos medios pueden ser, por ejemplo, una tapa.
- 25 La placa inferior está normalmente destinada para acumular un determinado volumen de líquido. La parte superior de cada chimenea, que comunica con la parte del reactor por encima de la placa inferior, desemboca normalmente por encima del nivel de líquido acumulado en esta misma placa inferior. El paso del gas y del líquido por debajo de la placa inferior se hace a través del o de los orificios laterales en la parte superior de las chimeneas.
- 30 Al inyectarse el gas y el líquido de forma separada por encima de la placa inferior, se establece una interfase plana entre estos dos fluidos. El líquido se inyecta de manera ventajosa por medio de un gran número de orificios en forma de chorros líquidos de bajo caudal, lo que permite limitar las perturbaciones de la interfase entre el líquido y el gas. Además, la distribución del caudal de líquido es uniforme en toda la sección de la placa superior.
- 35 De este modo, el dispositivo de la invención permite mantener plana y horizontal la interfase entre el líquido y el gas, de tal modo que se controle mejor una alimentación homogénea de las diferentes chimeneas de la placa inferior, con cada uno de los dos fluidos.
- La mayor parte del gas se introduce en las chimeneas de la placa inferior, mediante los orificios laterales situados en la porción no sumergida de la parte superior de dichas chimeneas. El líquido se introduce, por su parte, mediante los orificios laterales situados en la parte sumergida de la parte superior de las chimeneas.
- 40 El dispositivo de la invención permite, por medio de la placa inferior combinada con los medios de conducción de gas y de líquido, evitar los fenómenos de burbujeo o de espumeo que podrían producirse en el líquido y alterar la alimentación homogénea de las chimeneas.
- 45 De manera más precisa, el líquido suministrado por los medios de conducción en las chimeneas de la placa inferior se encuentra normalmente en un estado físico homogéneo e idéntico de una chimenea a otra. El dispositivo de la invención permite, por lo tanto, evitar que este líquido se encuentre en las chimeneas de la placa inferior en un estado más o menos aireado por la presencia de una parte del gas en el líquido en forma de una emulsión o de minúsculas burbujas, como puede suceder cuando la interfase entre los dos fluidos se altera mucho.
- 50 El dispositivo de la invención descrito anteriormente se aplica a cualquier tipo de reactor que comprenda al menos un lecho granular. Puede aplicarse, en particular, a los reactores para los cuales los flujos de líquido que hay que distribuir están comprendidos entre 0,5 y 100 kg/m<sup>2</sup>/s, o de manera más habitual, comprendidos entre 1 y 80 kg/m<sup>2</sup>/s.
- 55 El dispositivo de la invención puede encontrar su aplicación en todos los casos en los que el gas es minoritaria con respecto al líquido, es decir en el caso en el que la relación en volumen entre el gas y el líquido es inferior a 1. El dispositivo de la invención también se puede utilizar cuando el gas es ampliamente mayoritario con respecto al líquido, es decir cuando la relación en volumen entre el caudal de gas y el caudal de líquido es superior a 3/1 o, de manera más habitual, inferior a 400/1. El campo de uso del dispositivo de la invención se puede extender, por lo tanto, a unas relaciones en volumen entre el gas y el líquido comprendidas entre 0 y 400, y de manera ventajosa comprendidas entre 0 y 100.
- 60 El dispositivo de la invención también se puede aplicar a los casos en los que la reacción en el interior del lecho granular es altamente exotérmica y precisa la introducción en el reactor de un fluido adicional, por lo general gaseoso, con el fin de enfriar la mezcla de gas y de líquido.
- 65 El dispositivo de la invención también se puede aplicar a los casos en los que la reacción en el interior del lecho granular precisa un contacto estrecho para permitir la disolución de un compuesto por lo general gaseoso, por

ejemplo hidrógeno H<sub>2</sub>, en la fase líquida. El dispositivo de la invención se aplica, en particular, en el campo de los dispensadores de gas y de líquido, como por ejemplo los que se emplean para la aplicación de las reacciones de hidrot ratamiento. Entre estas reacciones de hidrot ratamiento se pueden citar el hidro craqueo, la hidrodesulfuración, la hidrodesnitrogenación, las hidrogenaciones selectivas o totales de las fracciones C<sub>2</sub> a C<sub>5</sub>. El dispositivo de acuerdo con la invención también se puede aplicar a los casos de la hidrogenación selectiva de las gasolinas de craqueo por vapor, de la hidrogenación de los compuestos aromáticos en fracciones alifáticas y/o nafténicas, y de la hidrogenación de las olefinas en fracciones aromáticas.

El dispositivo de la invención también puede encontrar su aplicación para llevar a cabo otras reacciones que precisan un buen mezclado de una fase gaseosa y de una fase líquida, por ejemplo las reacciones de oxidación parcial o total, las reacciones de aminación, de acetiloxidación, de amoxidación y de halogenación, en particular de cloración.

En el campo específico de las reacciones de hidrodesulfuración, de hidrodesnitrogenación, de hidro craqueo y, de manera particular, el dispositivo de la invención está especialmente bien adaptado cuando se desea alcanzar unas conversiones forzadas para obtener un producto que contenga, por ejemplo menos de 30 ppm (partes por millón) de azufre. En efecto, en estos casos, es necesario tener una buena distribución del gas y del líquido, pero principalmente del líquido, sabiendo que se sitúa en unas relaciones de volumen entre el gas y el líquido que varían por lo general de aproximadamente 3/1 a aproximadamente 400/1, y de forma más habitual de aproximadamente 10/1 a aproximadamente 200/1.

El dispositivo de la invención también está especialmente bien adaptado en el caso de que se utilice un fluido auxiliar de enfriamiento, más comúnmente llamado « quench » según la terminología anglosajona, en la que es necesario un estrecho contacto entre este fluido auxiliar, introducido para llevar a cabo el enfriamiento, y los fluidos del procedimiento, habitualmente denominados *fluides process*.

### Descripción detallada de las figuras

Para una mejor comprensión, se ilustran varios modos de realización del dispositivo de la invención en las figuras 2, 3 y 5. Estos modos de realización se dan a título de ejemplos y no son en modo alguno limitativos. Estas ilustraciones del dispositivo de la invención no comprenden todos los componentes necesarios para su aplicación. Únicamente se representan en estas los elementos necesarios para la comprensión de la invención, siendo capaz el experto en la materia de completar estas representaciones para realizar y aplicar la invención.

La figura 1 representa un modo de realización en el cual el flujo del gas y del líquido es descendente. Los medios de conducción de estos fluidos comprenden en la parte superior del reactor 1, que comprende un lecho granular 2, un conducto vertical de alimentación 3.

Estos medios de conducción también comprenden una placa plana 4 que tiene como funciones disipar la energía cinética del chorro y repartir la mezcla de gas y de líquido por al menos una porción de la sección del reactor 1. El chorro de gas y de líquido que sale del conducto de alimentación 3 impacta, por lo tanto, en la placa 4.

Los medios de conducción del gas y del líquido comprenden, además, una placa superior 5 destinada a recibir la mezcla de gas y de líquido tras el impacto con la placa 4. Esta placa superior comprende unos orificios 6 específicos para el paso del líquido, así como unos medios 7 para separar y para transportar el gas. En el modo de realización representado, los medios 7 para separar y para transportar el gas comprenden unos tubos 8 abiertos en sus extremos superiores y sus extremos inferiores 9, y dispuestos a través de la placa superior 5. El extremo superior de cada uno de estos tubos está cubierto por una tapa 10, de tal modo que solo deja pasar el gas. En el modo de realización representado, el paso del gas se realiza por medio de una abertura creada mediante el biselado 11 del extremo superior de los tubos 8.

El número y el diámetro de los orificios se calculan habitualmente de forma que garanticen el mantenimiento de un nivel de líquido por encima de la placa por lo general de al menos 50 mm, de manera ventajosa de al menos 100 mm. El número de orificios también se puede seleccionar con el fin de respetar una densidad de al menos 100 orificios por m<sup>2</sup>, de manera ventajosa entre 100 y 500 orificios por m<sup>2</sup>. De esta forma, el flujo a través de los orificios está esencialmente compuesto por líquido que alimenta la placa inferior, en forma de chorros de bajo caudal. La altura de las chimeneas se determina por lo general de tal modo que se evite cualquier desbordamiento del líquido por estas chimeneas cuando el caudal líquido es máximo.

El gas y el líquido procedentes de la placa superior 5, alimentan a continuación una placa inferior 21. El líquido se suministra mediante su escurrimiento. La placa inferior 21 comprende unas chimeneas 22, comprendiendo cada una de las chimeneas una parte superior 23 que desemboca por encima de la superficie 24 del líquido y un extremo inferior 25 que comunica con la parte inferior de dicha placa. La parte superior de las chimeneas está provista de una multitud de orificios laterales 26 situados a diferentes alturas. Las chimeneas 22 de la placa inferior 21 están cerradas en sus extremos superiores por una tapa 27. De este modo, cuando los orificios 6 de la placa superior 5 están situados por encima de las chimeneas, el líquido se escurre a lo largo de las paredes de las chimeneas

penetrando únicamente por los orificios laterales 26. La tapa 27 que cubre el extremo superior de las chimeneas 22 puede estar inclinada con el fin de favorecer el escurrimiento en la dirección opuesta a la de los orificios más particularmente específicos para el paso del gas.

5 Los chorros líquidos provenientes de los orificios 6 de la placa superior 5 presentan un bajo caudal y están repartidos por toda la sección del reactor. Por ello, las perturbaciones de la interfase entre el gas y el líquido situada por encima de la placa inferior 21 son de baja amplitud y lo que es esencial están repartidas de forma homogénea por toda la sección del reactor. De este modo, la composición de la fase líquida y los caudales de líquido que alimentan los orificios laterales de las chimeneas que están sumergidos son idénticos para todas las chimeneas. De la misma forma, la evolución del nivel medio de la superficie de líquido a lo largo del tiempo, con respecto a los orificios laterales de estas chimeneas, es idéntica de una chimenea a otra. Así pues, el sistema garantiza una buena homogeneidad de la composición de las mezclas de gas y de líquido, por una parte, y de la uniformidad del caudal de estos fluidos en la sección del reactor.

15 La figura 2 representa un modo de realización en el cual las dos placas 5 y 21 son solidarias, estando soportada la placa superior 5 directamente en el extremo superior de las chimeneas 22 de la placa inferior 21. De esta forma, la placa superior obtura el extremo superior de las chimeneas y permite minimizar la altura de caída del líquido entre la placa superior 5 y la placa inferior 21. El gas se inyecta mayoritariamente en las chimeneas 22 de la placa inferior 21 por medio de uno o varios orificios situados en la porción no sumergida de las chimeneas 22.

20 La figura 3 representa un modo de realización en el cual se añade a los medios de conducción del gas y del líquido un sistema de separación adicional 41. Este sistema está, en este caso, situado dentro del conducto vertical de alimentación 3 en la entrada del reactor.

25 Este sistema de separación 41 comprende un tubo 42 en el cual se introduce una hélice 43. Esta hélice impone un movimiento circular al flujo para permitir la separación del gas y del líquido mediante la fuerza centrífuga. En la salida de este tubo 42, el gas y el líquido se evacúan por dos aberturas, no representadas, situadas una en el lado opuesto de la otra en las paredes cilíndricas del tubo 42. De este modo, el gas y el líquido se separan de forma previa, fluyendo el líquido en forma de una película por la pared exterior de las salidas tangenciales y evacuándose el gas por las secciones situadas hacia el eje del tubo separador. En el caso de que la mezcla estuviera, en la entrada del reactor, en forma de una niebla de gotitas o de un flujo de burbujas el pre-separador mejora la eficacia de separación del gas del líquido en la placa superior.

35 La figura 4 representa un modo de realización en el cual los medios para separar y para transportar el gas por debajo de la bandeja superior comprenden una abertura 51 de forma anular dispuesta en la periferia de la bandeja superior 5 y provista de un reborde 52, y una tapa 53 que cubre dicha abertura de tal modo que solo deje pasar el gas.

40 La superficie de la placa superior 5 delimitada por el reborde 52 cubre más del 25 %, de preferencia más del 50 % y menos del 90 % de la sección del lecho granular. La altura del reborde se calcula de tal modo que mantenga el nivel del líquido entre un nivel mínimo que corresponde al caudal mínimo de líquido y un nivel máximo que corresponde al caudal máximo de líquido. El nivel mínimo es, por lo general, de al menos 50 mm, de preferencia de al menos 100 mm.

45 La tapa 53 presenta, de preferencia, la forma de una pared troncocónica invertida que permite recoger la totalidad del líquido en la parte de placa superior 5 limitada por el reborde 52.

50 La figura 5 representa un modo de realización en el cual los medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior pueden comprender al menos un conducto 61 a través de la placa superior 5 cuyos extremos 62 y 63 están dispuestos de tal modo que estén sumergidos dentro del líquido acumulado al nivel de la placa inferior 21, para el extremo 62, y dentro del líquido acumulado al nivel de la placa superior, para el extremo 63.

55 El número y el diámetro de estos conductos 61 (solo se ha representado uno) se calculan de tal modo que se garantice un nivel mínimo de líquido por encima de la placa superior para un caudal mínimo de líquido. Este nivel mínimo permite en particular evitar el arrastre de gas hacia la placa inferior. Este nivel es por lo general de al menos 50 mm, de preferencia de al menos 100 mm.

60 El extremo inferior 62 de los conductos 62 está normalmente situado por debajo del orificio lateral más bajo de las chimeneas 22 de la placa inferior 21. En esta configuración, los conductos 61 están siempre llenos de líquido y el líquido proveniente de la placa superior no impacta en la interfase entre el gas y el líquido de la placa inferior ya que se inyecta directamente por debajo del nivel de líquido de la placa inferior. Esta interfase se mantiene, por lo tanto, totalmente plana sean cuales sean los caudales de líquido y de gas.

## Ejemplos

65 Los ejemplos que se presentan a continuación permiten ilustrar las ventajas de una placa de distribución de acuerdo

5 con la invención con respecto a una placa de distribución estándar. Estos ejemplos se han realizado basándose en la experimentación con unas maquetas que representan un dispositivo de tipo estándar (técnica anterior), por una parte, y un dispositivo de acuerdo con la invención, por otra parte. Estas maquetas se han implementado en un reactor con un diámetro de 600 de cuyas paredes son transparentes y que comprende un lecho granular. Los fluidos utilizados eran agua y aire.

10 La maqueta del dispositivo de tipo estándar comprende una placa equipada con chimeneas, disponiendo dichas chimeneas de una parte superior que desemboca por encima de la placa y de un extremo inferior que comunica con la parte inferior de la placa, estando provista la parte superior de las chimeneas de unos orificios laterales. En este dispositivo, el líquido se conduce mediante un sistema tubular desde el exterior del reactor por la placa de distribución, de tal modo que el extremo inferior de dicho sistema tubular se mantiene sumergido dentro del líquido acumulado por encima de dicha placa. El extremo inferior del sistema tubular se prolonga mediante unos tubos perforados sumergidos dentro del líquido acumulado en la placa.

15 La maqueta del dispositivo de acuerdo con la invención corresponde al dispositivo que se representa en la figura 2. La placa superior presenta 3 medios para separar y para transportar el gas, en este caso unos tubos abiertos en sus extremos cubiertos por una tapa. La placa superior está provista de un medio para transportar el líquido, en este caso unos orificios con un diámetro de 5 mm. La placa inferior presenta, por su parte, 19 chimeneas con un diámetro de 25 mm, presentando cada una de dichas chimeneas tres hileras de orificios laterales.

20 Las características de las chimeneas de la placa inferior de la maqueta del dispositivo estándar son las mismas que las de la maqueta del dispositivo de la invención, es decir 19 chimeneas con un diámetro de 25 mm, presentando cada una de dichas chimeneas tres hileras de orificios laterales.

25 En ambos casos, el flujo de líquido (agua) y el flujo de gas (aire) se han mantenido de forma aproximada respectivamente en  $10 \text{ kg/m}^2/\text{s}$  y  $0,023 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ .

30 Las figuras 6 y 7 representan unas fotografías que permiten observar la interfase entre el gas y el líquido al nivel de la placa inferior de las maquetas de un dispositivo de tipo estándar (técnica anterior), para la figura 6, y de un dispositivo de acuerdo con la invención, para la figura 7.

35 En el caso del dispositivo estándar, las fluctuaciones de la interfase entre el gas y el líquido, que se representan en la figura 6, son del orden de 50 mm. Estas fluctuaciones generan un flujo aleatorio del líquido al nivel de las chimeneas. Al ser la altura de las fluctuaciones del mismo orden de magnitud que la distancia entre dos orificios sucesivos de las chimeneas, no todas las chimeneas funcionan con el mismo número de orificios. Estas fluctuaciones implican unos desequilibrios del caudal de líquido.

40 En el caso del dispositivo que corresponde a la invención, las fluctuaciones de la interfase entre el gas y el líquido en la placa inferior, representadas en la figura 7, son del orden de 5 mm, esto es 10 veces más pequeñas que en el sistema estándar. Se puede constatar que el nivel de líquido es el mismo aguas arriba de todas las chimeneas. Además, teniendo en cuenta que las nubes de burbujas que se crean en la interfase están repartidas de forma homogénea por toda la sección de la columna, el contacto entre el gas y el líquido es homogéneo por toda la sección y el caudal de líquido inyectado es el mismo de una chimenea a otra.

45 Las figuras 8.a y 8.b representan las distribuciones de porcentaje de gas medidas en una sección del lecho granular aguas abajo del dispositivo de tipo estándar (técnica anterior), para la figura 8.a, y del dispositivo de acuerdo con la invención, para la figura 8.b. La escala en la parte inferior de cada una de estas figuras representa la extensión de la variación del porcentaje de gas, que va del negro para un 100 % de líquido al blanco para un 100 % de gas.

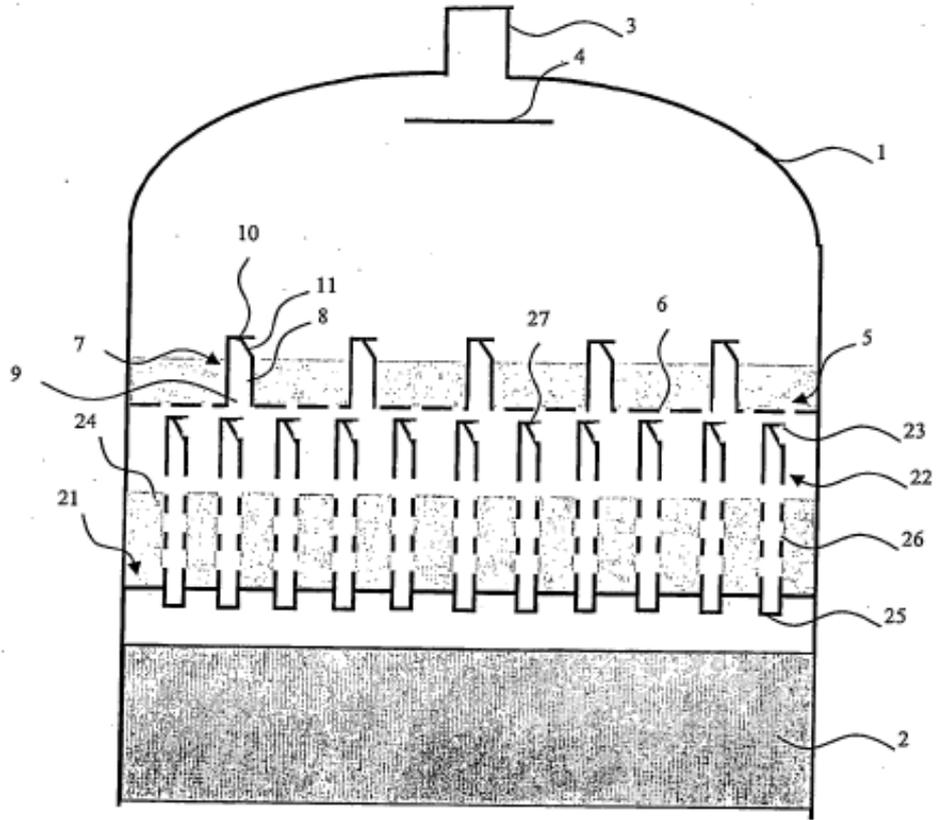
50 Como se puede constatar en las figuras 8.a y 8.b, la distribución del porcentaje de gas es homogénea en toda la sección en el caso del dispositivo de la invención, mientras que se observa una zona que presenta un déficit de gas en el centro de la sección del lecho aguas abajo del dispositivo estándar.

55 En el caso del dispositivo estándar, las fluctuaciones de la interfase entre el gas y el líquido en la periferia del lecho se deben al impacto del chorro gas/líquido que sale del difusor de entrada, lo que genera una mejor alimentación con gas de las chimeneas situadas en la periferia de la columna. Si se define un criterio de eficacia de distribución como el porcentaje de píxeles de la imagen para los cuales el porcentaje de gas medido es igual al porcentaje de gas esperado en +/- un 10 %, la eficacia de distribución es del 79 % para el dispositivo estándar y del 96 % para el dispositivo de acuerdo con la invención, lo que corresponde a una ganancia de un 17 % de la porción de la sección del lecho que está correctamente irrigada por la mezcla gas/líquido.

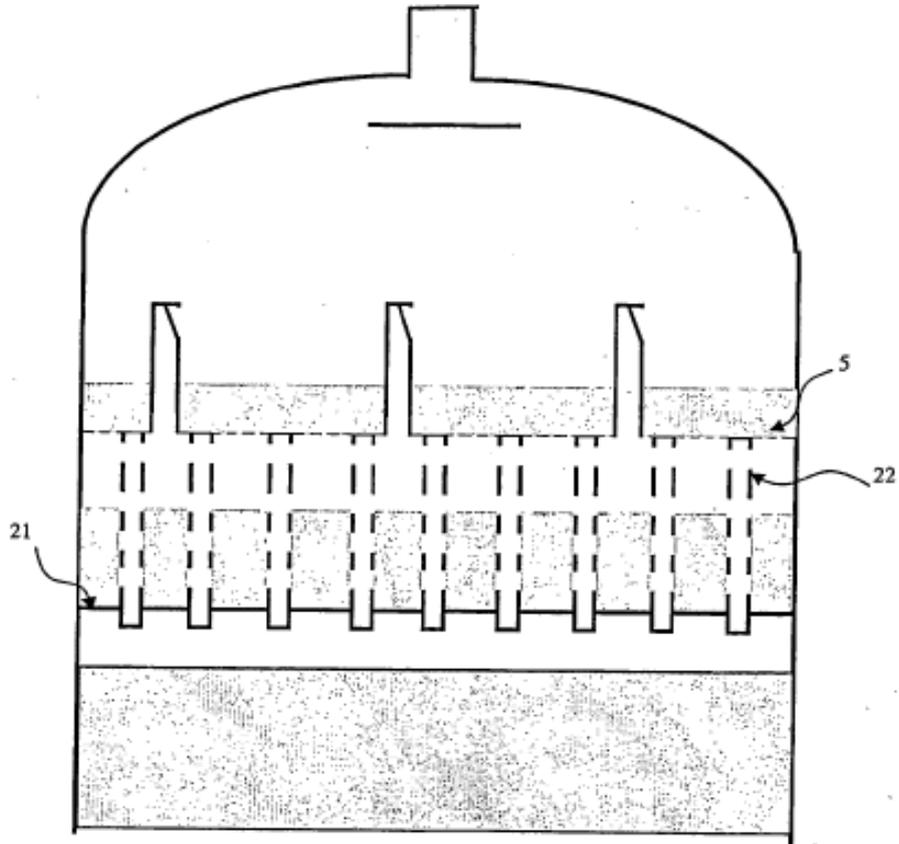
60

## REIVINDICACIONES

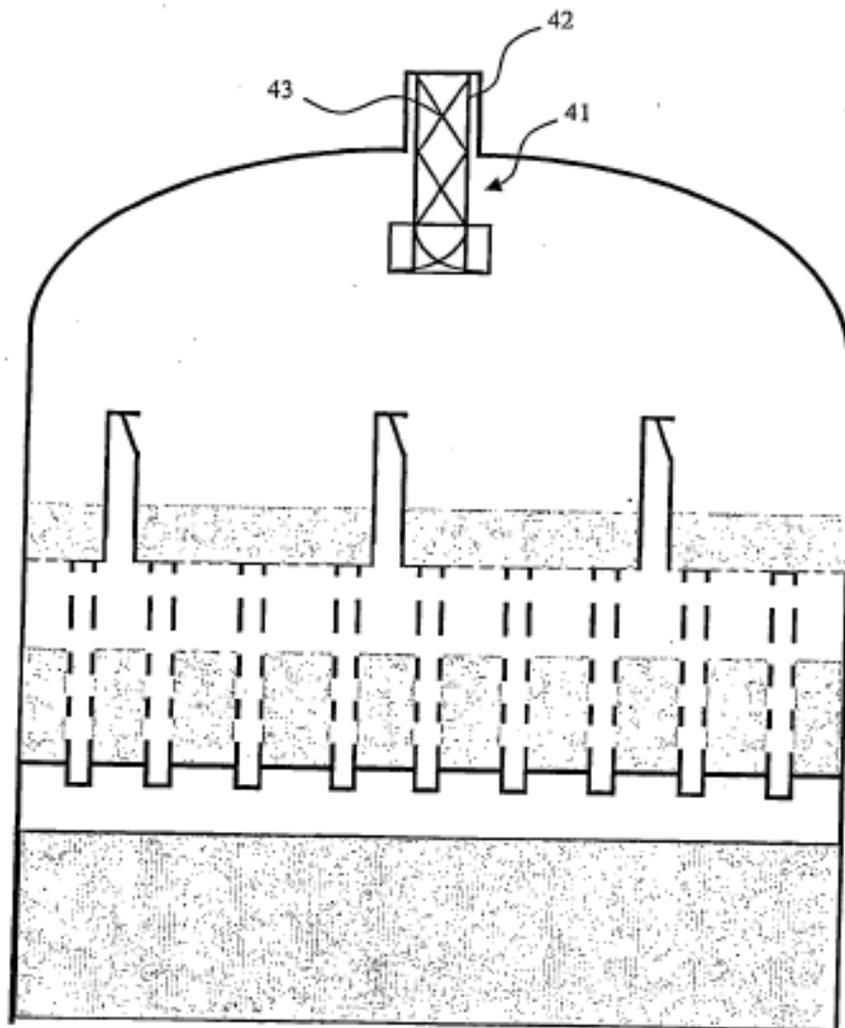
1. Dispositivo para la mezcla y para la distribución de un gas y de un líquido adaptado para disponerse aguas arriba de un lecho granular (2), que comprende: una placa inferior (21) sustancialmente horizontal, estando equipada dicha placa horizontal con una multitud de chimeneas (22) repartidas de forma uniforme por la superficie de dicha placa, comprendiendo cada una de las chimeneas una parte superior (23) y un extremo inferior (25) que comunica con la parte inferior de dicha placa, estando provista la parte superior (23) de las chimeneas (22) de al menos un orificio lateral (26), de una placa superior (5) sustancialmente horizontal provista de unos medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior y de unos medios (7) para separar el gas del líquido y para transportar el gas por debajo de la placa superior, **caracterizado porque** dicha placa superior (5) es solidaria y está directamente soportada en el extremo superior de las chimeneas (22) de la placa inferior (21) de tal modo que obtura el extremo superior de las chimeneas.
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual los medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior (21) comprenden unos orificios (6) repartidos por la superficie de dicha placa.
3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual la densidad de los orificios (6) de la placa superior está comprendida entre 100 y 3.000 orificios por m<sup>2</sup>.
4. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en el cual el diámetro de los orificios (6) de la placa superior está comprendido entre 1 y 20 mm.
5. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual los medios para transportar el líquido al nivel de la placa inferior comprenden al menos un conducto (61) cuyos extremos (62, 63) están dispuestos de tal modo que estén sumergidos dentro del líquido acumulado al nivel de la placa inferior, para uno de los extremos (62), y dentro del líquido acumulado al nivel de la placa superior, para el otro (63).
6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, en el cual el extremo superior (63) del conducto (61) está dispuesto a una altura inferior a 50 mm, con respecto a la superficie superior de la placa superior (5).
7. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, en el cual el extremo inferior (62) del conducto (61) está dispuesto a una altura inferior al nivel más bajo del orificio lateral (26) más bajo de las chimeneas (22) de la placa inferior (21).
8. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el cual el conducto (61) comprende unos medios para la regulación del nivel de líquido en la placa superior (5).
9. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual los medios (7) para separar y para transportar el gas comprenden unos tubos abiertos (8) en sus extremos dispuestos a través de la placa superior (5) y cuyo extremo superior está cubierto por una tapa (10) de tal modo que solo deja pasar el gas.
10. Dispositivo de acuerdo la reivindicación 9, en el cual la densidad de los tubos (8) de la placa superior está comprendida entre 3 y 30 chimeneas por m<sup>2</sup>.
11. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el cual los medios (7) para separar y para transportar el gas comprenden una abertura (51) dispuesta en la periferia de la placa superior (5) y provista de un reborde (52), y una tapa (53) que cubre dicha abertura de tal modo que solo deja pasar el gas.
12. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el cual la densidad de las chimeneas (22) de la placa inferior (21) está comprendida entre 100 y 700 chimeneas por m<sup>2</sup>.
13. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el cual las chimeneas (22) de la placa inferior (21) se prolongan por debajo de dicha placa en una altura comprendida entre 10 y 100 mm.
14. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el cual la distancia entre el extremo inferior (25) de las chimeneas (22) de la placa inferior (21) y la superficie superior del lecho granular (2) por debajo de dicha placa es superior a cero e inferior o igual a 300 mm.
15. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el cual la parte superior (23) de las chimeneas (22) está provista de una multitud de orificios laterales (26) situados a diferentes alturas.
16. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 15, en el cual los orificios laterales (26) a lo largo de la parte superior (23) de las chimeneas (22) de la placa inferior (21) están repartidos en al menos dos niveles, situándose el nivel más bajo por encima de la cara superior de la placa inferior (21), a una distancia comprendida entre 50 y 300 mm con respecto al extremo inferior (25) de las chimeneas.



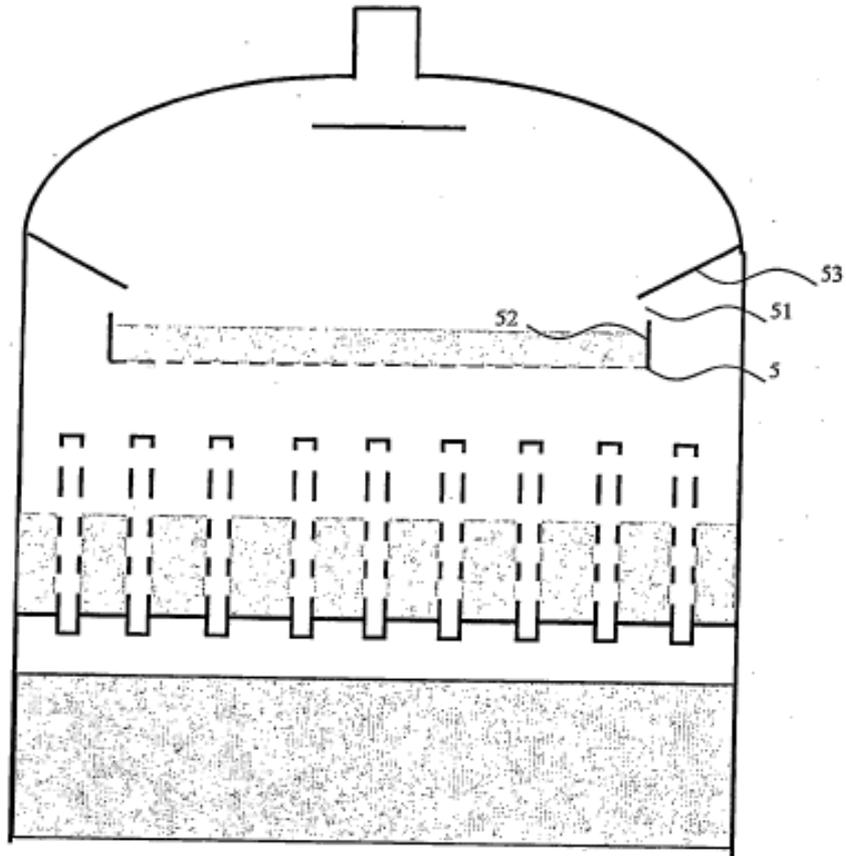
**Figura nº 1**



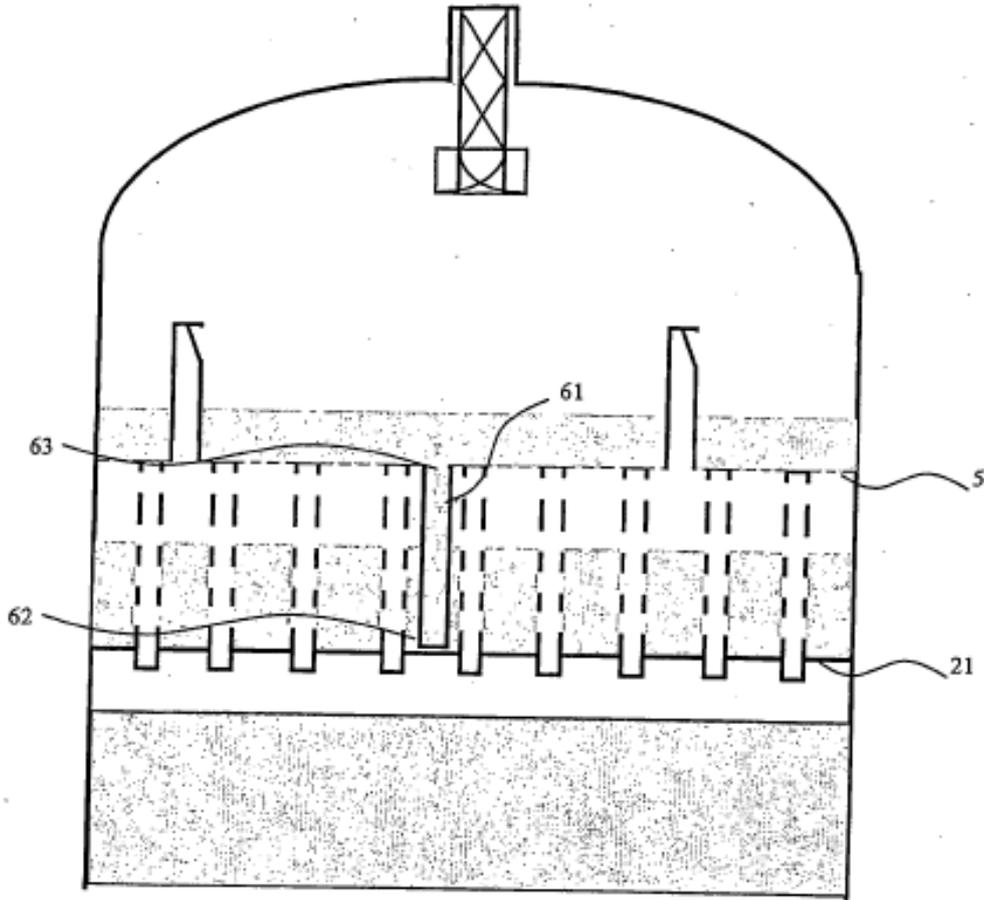
**Figura nº 2**



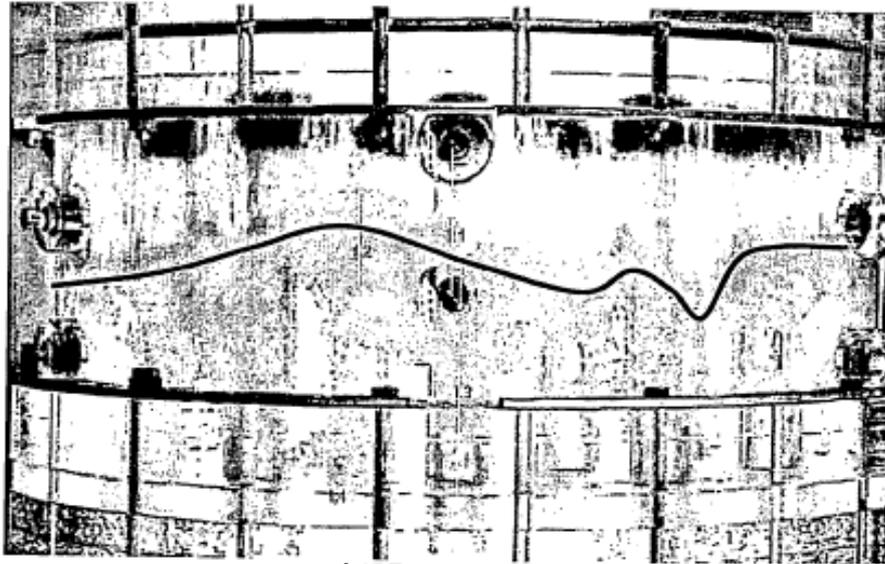
**Figura nº3**



**Figura nº 4**



**Figura nº 5**



TÉCNICA ANTERIOR

Figura nº 6

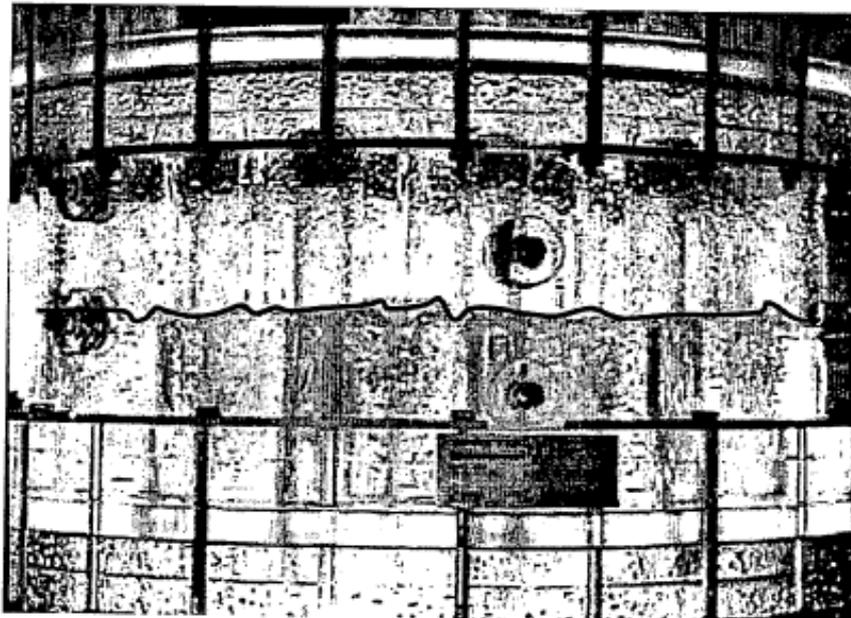
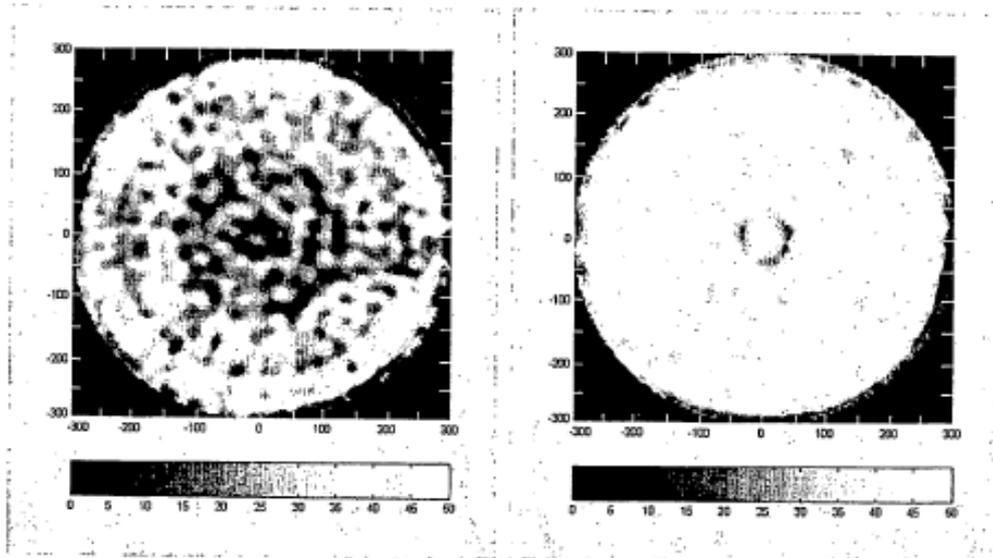


Figura nº 7



8a Técnica anterior

8b

Figura 8