



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 022**

51 Int. Cl.:  
**B01D 15/00** (2006.01)  
**B01D 24/08** (2006.01)  
**B01D 24/48** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05814894 .1**  
96 Fecha de presentación : **28.10.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1812132**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.08.2007**

54 Título: **Aparato de distribución de fluido.**

30 Prioridad: **19.11.2004 US 993470**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.07.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.07.2011**

73 Titular/es: **UOP L.L.C.**  
**John G. Tolomei**  
**Assistant Secretary-Patent Matters**  
**25 East Algonquin Road, P.O. Box 5017**  
**Des Plaines, Illinois 60017-5017, US**

72 Inventor/es: **Frey, Stanley J.;**  
**Sechrist, Paul A. y**  
**Kauff, Daniel A.**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 363 022 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

Aparato de distribución de fluido

5

## ANTECEDENTES DEL INVENTO

El presente invento se refiere a un aparato utilizado para distribuir y/o mezclar fluido. Más específicamente, el invento se refiere a un aparato que distribuye y/o mezcla un fluido que circula en una vasija que contiene partículas sólidas. En una aplicación ilustrativa, este invento encuentra uso en procedimientos de separación por adsorción en lecho móvil simulado (SMB).

10

En la técnica son bien conocidos diversos aparatos que mezclan y/o distribuyen un fluido a medida que éste circula a través de una vasija que contiene partículas sólidas. En el interior de una vasija pueden estar posicionados uno o más de tales dispositivos que dividen las partículas sólidas en dos o más lechos. El uso de tales dispositivos de distribución de fluido puede incrementar la eficacia de operaciones al proporcionar propiedades más uniformes del fluido a través del área de la sección transversal de la vasija. Por ejemplo, pueden reducir al mínimo o eliminar por completo las variaciones de caudal o la formación de canales; diferencias de temperatura; y variaciones de la composición del fluido. Estos aparatos también pueden incluir una gran variedad de medios para introducir una corriente de fluido en la vasija y/o retirar una corriente de fluido de la vasija. Tales dispositivos se denominarán "mezcladores-distribuidores-colectores".

15

20

En la técnica se conocen muchas variantes de mezcladores-distribuidores-colectores. Por ejemplo, su uso en procesos de cromatografía o de separación por adsorción tales como en separaciones SMB por adsorción, se ilustra a modo de ejemplo en los documentos US 3.214.247; US 3.789.989; US 4.378,292 y US 6.024.871. Los siguientes son componentes comunes de un aparato de esta clase: 1) un límite superior que comprende medios para retener el lecho de partículas sólidas arriba del aparato y que permiten el flujo de fluido hacia abajo a través del aparato; 2) una placa de desviación del fluido situada debajo y separada del límite superior; 3) un distribuidor de fluido situado debajo y separado de la placa de desviación; y 4) un paso a través de la placa de desviación de fluido que proporciona comunicación de fluido entre el límite superior y el distribuidor de fluido. También se conocen bien en la técnica una multitud de otros componentes y de importantes variantes de los mismos, así como de los componentes comunes antes enumerados.

25

30

También se conocen bien en la técnica características deseables de tales mezcladores-distribuidores-colectores. Ejemplos de ellas incluyen: 1) que tengan un volumen mínimo; 2) que impidan el retro-mezclado; 3) que recojan el líquido que circula a través de la vasija y lo mezclan a fondo para reducir al mínimo gradientes de concentración localizados; 4) que permitan la introducción y el mezclado a fondo de otra corriente de fluido cuando así se desee; 5) que permitan la retirada de una corriente de fluido desde la vasija cuando así se desee, sin que ello tenga un impacto negativo sobre la operación; y 6) que reduzcan al mínimo la caída de presión a través del aparato. Finalmente, el mezclador-distribuidor-colector debe proporcionar una redistribución uniforme del fluido a través del área de la sección transversal de la vasija, impidiendo simultáneamente que corrientes en chorro a alta velocidad y/u otras turbulencias del fluido, perturben el lechos de partículas sólidas aguas abajo. Las expresiones "aguas arriba" y "aguas abajo" se utilizan, en este documento, en su sentido normal y han de interpretarse basándose en la dirección global en la que circula el fluido en la vasija. Así, "aguas abajo" equivale a un lugar inferior o situado hacia abajo en la vasija.

35

40

45

El Perry's Chemical Engineers' Handbook, en su 7ª edición, editado por D.W. Green y otros, publicado por McGraw-Hill, de New York, EE.UU. en 1997, en sus páginas 6-33 a 6-34, describe el bien conocido uso de la adición de suficiente resistencia uniforme a través del canal de flujo para suavizar un perfil de velocidades no uniforme a través de canales o del equipo de proceso. Estudios detallados de diversos manipuladores de flujo de fluido y de combinaciones de los mismos los proporcionan J. Tan-Atichat, H.M. Nagib y R.I. Loehrke, en "Interacción de una turbulencia libre de corrientes con tamices y rejillas; un equilibrio entre escalas de turbulencia", en J. of Fluid Mech., (1982), vol. 114. págs. 501-528. El uso de dispositivos manipuladores del flujo de fluido tales como nidos de abeja, tamices, placas perforadas, sólidos porosos tales como material fritado y mantas de malla, rejillas y combinaciones de los mismos con una resistencia uniforme suficiente y que proporcionen una redistribución más uniforme (perfil de velocidades más uniforme) en el límite de aguas abajo o de salida de un mezclador-distribuidor-colector, es bien conocido en la técnica. En este documento, a este componente del mezclador-distribuidor-colector se denominará "distribuidor de fluido".

50

55

60

65

Se ha encontrado que un aparato mezclador-distribuidor-colector de la técnica anterior puede crear corrientes en chorro a alta velocidad y/o turbulencias que provoquen un movimiento significativo de las partículas del lecho de contacto inmediatamente debajo del aparato, incluso con una velocidad lineal media del fluido a través de la vasija, relativamente baja. El presente invento reduce los chorros de fluido y/o las turbulencias para eliminar perturbaciones en el lecho de partículas sólidas inferior a la velocidad lineal media, baja, del fluido en la vasija. Además, el invento reduce de forma significativa o elimina por completo las perturbaciones del lecho de partículas situado debajo incluso cuando la velocidad lineal media del fluido se incrementa en un factor de cuatro a siete.

## BREVE RESUMEN DEL INVENTO

5 El presente invento proporciona un aparato mezclador-distribuidor-colector más útil, que reduce al mínimo o elimina por completo los chorros a alta velocidad y/u otras turbulencias que perturben el lecho de partículas de aguas abajo. Específicamente, el presente invento supone la adición de otro componente, un manipulador de flujo, al aparato que está situado entre el distribuidor de fluido y el lecho de partículas sólidas de aguas abajo. El manipulador de flujo está separado del distribuidor de fluido y tiene aberturas que proporcionan comunicación de fluido desde el distribuidor de fluido al lecho de partículas sólidas de debajo. El manipulador de flujo es un dispositivo tal como un nido de abeja, un sólido poroso, una placa perforada, un tamiz, o una rejilla que tenga un área abierta mayor que el área abierta del distribuidor de fluido.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 La figura 1 es una vista lateral en sección de una vasija que representa una vasija que contiene una pluralidad de lechos de partículas superpuestos con mezcladores-distribuidores-colectores intermedios.

Las figuras 2A-2C son vistas en sección desde arriba que representan secciones de mezclador-distribuidor-colector montadas dentro de vasijas.

20 Las figuras 3A y 3B son vistas laterales en sección, tomadas por las líneas de sección marcadas en las figuras 2A y 2B, respectivamente, de realizaciones adicionales del invento.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

25 El presente invento puede utilizarse en cualquier proceso en el que un fluido entre en contacto con partículas sólidas que están divididas en una pluralidad de lechos contenidos en una vasija. La vasija está orientada verticalmente a lo largo de su eje geométrico mayor. Si bien tales vasijas son, típicamente, cilíndricas y, por ello, tienen una sección transversal de forma circular, el presente invento no está limitado por la forma de la sección transversal de la vasija. El proceso puede emplear uno o más de tales vasijas. El fluido circula hacia abajo en la vasija a través de los lechos de partículas sólidas que están separados por mezcladores-distribuidores-colectores. En tales procedimientos se utilizan millares de partículas sólidas. Ejemplos no limitativos de grupos de tales materiales, cada uno de los cuales puede tener muchas composiciones específicas y formas físicas, incluyen adsorbentes, resinas, catalizadores y materiales inertes. El fluido puede ser un vapor, un líquido o un líquido supercrítico. Aunque el invento no está proyectado para múltiples fases de fluido, el fluido puede contener muchos compuestos o puede consistir en una mezcla de múltiples corrientes de fluido, siempre que todas ellas sean sustancialmente monofásicas. Así, en una realización, todo el fluido está en la misma fase. Sin embargo, el invento contempla un amplio intervalo de condiciones de proceso y de mezclas, de tal manera que puede haber una pequeña cantidad de una segunda fase. Así, tal como se utilizan en este documento, las expresiones "fase fluida sustancialmente única" y "sustancialmente monofásica" quieren decir que, al menos el 95% en peso del fluido es de una fase. Igualmente, cuando en esta memoria se establece que el fluido es sustancialmente líquido, con ello se quiere decir que, al menos, el 95% en peso del fluido es líquido. Muchos de tales procesos son bien conocidos en las industrias petroquímicas y de refino, incluyendo por ejemplo varios procesos de reacción y de separación. En una realización, el proceso es un proceso de separación por adsorción.

45 Se dará ahora una descripción detallada del presente invento y se expondrán varias realizaciones del mismo con referencia a los dibujos adjuntos. Los dibujos son vistas esquemáticas, simplificadas, no a escala, que muestran solamente componentes necesarios para la comprensión del invento. Los dibujos se ofrecen para ilustrar algunas realizaciones del invento y no están destinados a limitar el alcance del invento tal como se establece en las reivindicaciones.

50 La figura 1 ilustra una vasija 1 posicionada verticalmente, destinada a contener una pluralidad de lechos 2 de partículas superpuestos, separados verticalmente. Puede haber de dos a doce o más lechos de partículas en una sola vasija. Los lechos están separados por mezcladores-distribuidores-colectores 3 de acuerdo con el presente invento. También se ilustra el uso opcional de un mezclador-distribuidor-colector 3 por encima del lecho de partículas situado más arriba. Por la parte superior de la vasija 1 se introducen una o más corrientes de fluido por medio de una lumbrera de entrada 4. El fluido circula hacia abajo a través de la vasija entrando en contacto con cada lecho de partículas 2 y cada mezclador-distribuidor-colector 3 en secuencia y es retirado de la parte inferior de la vasija por medio de una lumbrera de salida no mostrada. Un mezclador-distribuidor-colector opcional puede estar situado también debajo del lecho de partículas situado más abajo en la vasija. Como se muestra, el límite superior 5, el distribuidor de fluido 6 y el manipulador 7 de flujo, son componentes del aparato 3 mezclador-distribuidor-colector y están dispuestos sustancialmente paralelos uno con respecto a otro y sustancialmente perpendiculares al eje geométrico vertical o eje principal de la vasija, representado por la línea imaginaria 13.

65 "Sustancialmente paralelos", como se utiliza en este documento, quiere decir que la separación global de los componentes del aparato es tal que su construcción hace que sean esencialmente paralelos. Pueden producirse

flexiones o deformaciones de los componentes debidos, por ejemplo, a la construcción, instalación o soporte de carga. Por ejemplo el tamiz para la retención de sólidos (límite superior) puede presentar desviaciones importantes cuando soporta un peso significativo de partículas. Esto no descartará la referencia a que los componentes estén dispuestos sustancialmente paralelos unos con respecto a otros.

5 "Sustancialmente perpendiculares", como se utiliza en este documento, hará referencia a un posicionamiento aproximadamente perpendicular de diversos componentes del aparato. En algunos casos, pueden darse ligeras variaciones en diversos componentes del aparato en cuanto a construcción o instalación, o en virtud de que la carga que soporten pueda provocar desviaciones. Esto puede hacer que los componentes se encuentren en planos que no sean exactamente perpendiculares a un eje geométrico dado. Así, la expresión "sustancialmente perpendiculares", tal como se utiliza en este documento, incluirá ángulos comprendidos en el intervalo de entre 85 y 95 grados.

15 El límite superior 5 puede ser similar a cualquiera de los medios bien conocidos utilizados en la técnica para retener las partículas sólidas encima del aparato al tiempo que se permite el flujo descendente de fluido a través del aparato. Ejemplos de tales medios incluyen una gran variedad de tamices, rejillas, placas perforadas y combinaciones de los mismos. En una realización, el límite superior comprende una placa perforada y un tamiz con aberturas dimensionadas apropiadamente para retener las partículas que se encuentren sobre la placa. En otra realización, como límite superior se utiliza un tipo particular de rejilla, comúnmente conocido como "tamiz de alambres con perfil". Un tamiz de alambres con perfil proporciona una superficie ranurada, sumamente regular, resistente al bloqueo (atasco) en virtud del elevado contacto de la cara exterior de los alambres con perfil con las partículas sólidas. Además, la rigidez de los tamices de alambres con perfil, con independencia de la abertura de las ranuras, puede adecuarse a la separación y al grosor de las barras de soporte utilizadas para unir cada alambre con perfil individual, que se extiende en paralelo. Normalmente, las barras de soporte están soldadas a cada alambre con perfil en la cara interna de los alambres con perfil, es decir, la cara que no entra en contacto directo con las partículas sólidas. Las barras de soporte y los alambres con perfil se fijan, en general perpendicularmente unos a otros, pero también se conocen otros ángulos de alineación. Un tamiz de alambres con perfil para esta aplicación es de la forma normalmente conocida en la industria como tamiz Johnson (disponible de la U.S. Filter Company, de St. Paul, MN, EE.UU.) o como tamiz de alambres con perfil disponible de otros suministradores a nivel mundial. El límite superior de los mezcladores-distribuidores-colectores se denomina comúnmente en la técnica tamiz de retención de sólidos, con independencia de su estructura específica.

35 El distribuidor de fluido 6 está situado debajo del tamiz de retención de sólidos (límite superior) y separado de él, para definir el volumen V del mezclador-distribuidor-colector entre el límite superior 5 y el distribuidor de fluido 6. La placa 8 de desviación de fluido está situada entre el límite superior 5 y el distribuidor de fluido 6 y separada de ellos. La placa 8 de desviación de fluido, sustancialmente no perforada, está situada dentro del volumen V del aparato, y lo divide en un volumen superior 14, situado entre el límite superior 5 y la placa de desviación 8, y un volumen inferior 15, situado entre la placa de desviación 8 y el distribuidor de fluido 6. La placa de desviación 8 contiene un paso 9 que está definido como una abertura en la placa que proporciona comunicación de fluido entre el volumen superior 14 y el volumen inferior 15 del aparato. La placa 8 de desviación de fluido sirve para recoger el fluido a través del área de la sección transversal de la vasija debajo del lecho de partículas superior y se produce un mezclado a fondo cuando el fluido es forzado a través del paso 9 con una caída de presión suficiente. En una realización, pueden utilizarse múltiples pasos. En una realización, la relación entre el área de la sección transversal de la vasija por debajo del lecho de partículas y el área de la sección transversal total del o de los pasos 9, está comprendida en el intervalo de desde 5:1 a 60:1. En otra realización, la relación entre el área de la sección transversal de la vasija por debajo del lecho de partículas y el área de la sección transversal total del o de los pasos 9, está comprendida en el intervalo de desde 15:1 a 30:1. El paso puede tener cualquier forma; sin embargo, por facilidad de fabricación se utilizan normalmente formas regulares, tales como circular, ovalada y rectangular. El paso puede formarse de cualquier manera usual, tal como cortando o troquelando una abertura a través de la placa de desviación. La placa de desviación 8 puede comprender múltiples piezas dispuestas y aseguradas por medios usuales para formar la placa de desviación esencialmente impermeable con una o más aberturas que definen el paso. El paso puede estar completamente rodeado por la placa de desviación, o puede atravesar completamente la placa de tal manera que se vea el paso como situado entre dos partes de la placa de desviación, como se ilustra en la figura 1. Si bien el único paso central, como se ilustra en la figura 1, puede ser suficiente para una columna de diámetro relativamente pequeño, otras configuraciones son de uso común para procesos a escala comercial, como se detalla más adelante. En este documento se define que el paso 9 incluye la abertura a través de la placa 8 de desviación de fluido y el volumen situado por encima y por debajo de la abertura, entre el límite superior 5 y el distribuidor de fluido 6. Usando esta definición, puede verse que el paso puede atravesar, completamente, el volumen V del aparato y proporcionar comunicación de fluido entre el límite superior y el distribuidor de fluido.

60 Usualmente, el volumen V del aparato estará ocupado parcialmente por uno o más de otros componentes. Por ejemplo, puede haber uno o más miembros de soporte tales como riostras o distanciadores que ayuden a mantener la separación entre el tamiz de retención de sólidos (límite superior) y el distribuidor de fluido. También pueden utilizarse miembros de soporte para proporcionar separación entre estos componentes y la placa de desviación. También puede haber barras de soporte de carga o una rejilla de soporte que se extienda través de la columna para reforzar y soportar el tamiz de retención de sólidos. Otros componentes, opcionales pero comunes, situados dentro del volumen V del aparato, se detallarán más adelante en esta memoria.

El distribuidor de fluido 6 permite la distribución o la redistribución del fluido a través del área de la sección transversal de la vasija para mantener un perfil de velocidad uniforme o un flujo pistón del fluido en la vasija. Esta función es importante, por ejemplo, para mantener un tiempo de residencia uniforme del fluido cuando entra en contacto con un lecho de catalizador a fin de conseguir una reacción deseada, o para mantener un perfil de composición definido en la fase fluida móvil cuando entra en contacto con un adsorbente para conseguir una separación deseada de los componentes en un proceso de separación por adsorción. El diseño de dispositivos tales como placas perforadas, tamices, rejillas, sólidos porosos, nidos de abeja y combinaciones de los mismos para mejorar y/o mantener un perfil de velocidad uniforme (flujo pistón) de fluido, es bien conocido por los expertos normales en la técnica, como lo evidencian las páginas anteriormente mencionadas, del Perry's Chemical Engineers' Handbook, en las que el número de valores de presión dinámica de la caída de presión (K) es del orden de 10. En una realización, el distribuidor de fluido comprende una placa perforada y un tamiz adyacente. En otra realización, el distribuidor de fluido es un tamiz de alambres con perfil.

El manipulador de flujo 7 está separado del distribuidor de fluido 6 y situado debajo. Tal como se utiliza en este documento, la expresión "manipulador de flujo" significa cualquier dispositivo utilizado para alterar la forma en que los fluidos se desplazan a través de una vasija o conducto, tal como afectando a las componentes media y fluctuante de la velocidad. Ejemplos de manipuladores de flujo incluyen tamices; rejillas; placas perforadas; nidos de abeja; sólidos porosos tales como materiales fritados y mantas de malla; y combinaciones de los mismos. El manipulador de flujo 7 sirve para reducir de manera significativa o eliminar por completo los chorros de fluido a alta velocidad y/o las turbulencias que puedan deberse al distribuidor de fluido 6 y/o ser creadas por él, y causar una perturbación significativa al subsiguiente lecho de partículas si el manipulador de flujo no está presente. Las perturbaciones del lecho de partículas inferior pueden tener un importante impacto negativo en la operativa del proceso, tal como rompiendo las partículas en pequeños fragmentos que, luego, pueden taponar partes del lecho de partículas dando lugar a la aparición de perfiles de velocidad no uniformes (formación de canales) y a caídas de presión inaceptables.

Así, el mezclador-distribuidor-colector del invento tiene los siguientes componentes mínimos: un límite superior 5, una placa 8 de desviación de fluido, un paso 9, un distribuidor de fluido 6 y un manipulador de flujo 7. El aparato mezclador-distribuidor-colector del invento también requiere que el manipulador de flujo 7 tenga que estar separado del distribuidor de fluido 6 y que el área abierta del manipulador de flujo sea mayor que el área abierta del distribuidor de fluido. Es decir, que la relación  $OA_M/OA_D$  sea mayor que 1, siendo  $OA_M$  el área abierta del manipulador de flujo y siendo  $OA_D$  el área abierta del distribuidor de fluido. Por "área abierta" de tales componentes se define, en este documento, el área total de la sección transversal de las aberturas,  $A_O$ , dividida por el área total de la sección transversal del componente,  $A_T$ , expresada como un porcentaje cuando estas áreas de sección transversal se toman en el "plano principal" del componente. El "plano principal" de un componente se define, en este documento, como el plano que pasa a través del componente, perpendicular al flujo global de fluido que tiene la  $A_O$  más pequeña.

El aparato mezclador-distribuidor-colector del invento puede fabricarse e instalarse por cualesquiera medios conocidos por los expertos normales en la técnica. Así, el aparato puede ser construido de cualquier material que pueda soportar las condiciones de funcionamiento tales como las temperaturas y las presiones del proceso específico proyectado. Los materiales también deben ser compatibles con los fluidos con los que entrarán en contacto. Usualmente, se utilizará el mismo material para todos los componentes del aparato, pero esto no es necesario. Típicamente, en las vasijas más grandes algunos de los componentes están fabricados de un metal adecuado para proporcionar la necesaria resistencia para soportar el lecho superior de partículas. El aparato puede estar soportado en la vasija por cualesquiera medios conocidos tales como anillos de soporte en la pared interna de la vasija; vigas de soporte que se extiendan desde el cuerpo de la vasija; y/o miembros verticales de soporte tales como cubos. El aparato puede instalarse en una variedad de formas bien conocidas. Las vasijas más pequeñas, tales como las unidades a escala de laboratorio o de banco de pruebas, pueden tener partes verticales con montajes tales que el aparato mezclador-distribuidor-colector pueda introducirse completo entre las partes. En las vasijas a escala comercial, el aparato está diseñado y fabricado, usualmente, en segmentos que caben por una abertura o una boca de registro del cuerpo de la vasija y que se montan en el interior de la vasija. Cada componente del aparato puede montarse individualmente a partir de múltiples piezas y el aparato puede construirse por capas. En otra realización, el aparato está diseñado en segmentos, cada uno de los cuales comprende todas las capas y componentes del aparato. Estos segmentos se disponen y se montan para formar el aparato a través de la sección transversal de la vasija.

Las figuras 2A-2C ilustran tres ejemplos de tales disposiciones en segmentos, vistas mirando hacia abajo en la vasija en un punto situado a una altura justamente por debajo del límite superior del aparato. Es decir, el tamiz de retención de sólidos no se muestra en las figuras 2A-2C con el fin de ofrecer una vista clara de cómo pueden estar dispuestos los segmentos del aparato. En la figura 2A, la vasija es cilíndrica, como se indica mediante la sección transversal circular, el cuerpo 12 de la vasija y el eje geométrico vertical 13. Las costillas 10 definen los límites laterales entre segmentos adyacentes. Los segmentos del aparato pueden estar soportados por cualesquiera medios bien conocidos tales como vigas de soporte o una rejilla, que estén unidas, usualmente de manera que puedan desmontarse, a la superficie interior del cuerpo de la vasija. En los diez segmentos centrales y en el segmento de cuerda de la derecha, los pasos 9 se ilustran como una única abertura rectangular a través de las

placas 8 de desviación de fluido y rodeada por ellas. El segmento de cuerda del lado izquierdo de la figura 2A muestra que el paso 9 puede curvarse para seguir el cuerpo de la vasija. La figura 2B representa otra posible configuración del mezclador-distribuidor-colector en una columna o vasija cilíndrica. En esta realización, un cubo de soporte 11 está situado en el centro de la columna. Este cubo es, típicamente, un tubo que está alineado con el eje vertical o línea central principal 13 de la vasija. Las costillas 10 definen las paredes laterales de los segmentos y radian desde el cubo de soporte 11 extendiéndose hasta los bordes exteriores de los lechos de partículas en la superficie interior del cuerpo de la vasija. En una realización, las costillas están unidas al cubo de soporte y la superficie interna del cuerpo de la vasija por cualesquiera medios bien conocidos, tales como soldadura o tornillos. Las costillas 10 pueden ser suficientemente fuertes para soportar por sí mismas el mezclador-distribuidor-colector. En la figura 2B, el paso 9 de cada segmento es una estrecha abertura rectangular que atraviesa completamente la placa 8 de desviación de fluido entre las costillas 10. La placa de desviación de fluido puede considerarse como constituida por una parte interior que se extiende desde el cubo hasta el paso y una parte exterior que se extiende desde el paso hasta el cuerpo de la vasija. En una realización, la relación existente entre la distancia desde el paso hasta el cubo central de soporte y la distancia existente desde el paso hasta la superficie interior de la vasija, está dentro del intervalo de 2,9 a 1,3. Así, pueden utilizarse múltiples partes para definir la placa 8 de desviación de fluido y el paso 9 dentro del volumen V del aparato. En otra realización, no mostrada, el paso 9 puede estar definido por dos arcos que recorren la placa de desviación de fluido entre las costillas. La figura 2C ilustra la disposición de segmentos del aparato dentro de una vasija que tiene un área de sección transversal cuadrada con un cuerpo 12 y un eje central 13. Cada segmento puede tener la misma configuración con el fin de simplificar la fabricación y el montaje. Sin embargo, esto no es necesario. Uno o más segmentos del aparato pueden diferir, como se ilustra mediante ejemplos de varias configuraciones del paso 9 representadas en el lado izquierdo de la figura 2C. Las unidades o segmentos del aparato pueden diseñarse de cualquier manera de tal modo que puedan montarse para formar el aparato a través de la sección transversal de la vasija, por debajo del lecho de partículas. Cada segmento del aparato puede tener una forma única de la sección transversal; sin embargo, es usualmente más eficaz diseñar el aparato reduciendo al mínimo el número de diseños diferentes de los segmentos.

Las figuras 3A y 3B ilustran realizaciones y detalles adicionales del invento. Las vistas de las figuras 3A y 3B corresponden a las líneas de sección marcadas en las figuras 2A y 2B, respectivamente. Sin embargo, los componentes adicionales ilustrados en las figuras 3A y 3B representan realizaciones diferentes de las previamente descritas. En la realización ilustrada en la figura 3A, el límite superior 5 comprende un tamiz 16 de alambres superpuesto a una placa perforada 17. En esta realización, cada segmento se fabrica con sus propias costillas 10 de tal manera que segmentos adyacentes se encontrarán a lo largo de las superficies exteriores de las costillas adyacentes, como se ilustra en la figura 3A. En otra realización no mostrada, puede utilizarse una sola costilla 10 entre segmentos adyacentes. En tales realizaciones, las costillas pueden asegurarse a la vasija y ser suficientes para soportar el aparato. Por ejemplo, los segmentos, previamente montados a partir de los componentes restantes, pueden fijarse sobre un reborde inferior de las costillas. En estas y en otras realizaciones, las paredes o costillas 10 que definen los segmentos pueden ser macizas, como se ilustra, mientras que en otras realizaciones no ilustradas, pueden tener aberturas para permitir el mezclado del fluido entre los segmentos dispuestos en el mismo plano. Otros componentes opcionales ilustrados en la figura 3A incluyen el conducto 18 y la caja de mezclado 19. El conducto 18 sirve como medio para introducir o retirar fluido del volumen V del aparato mezclador-distribuidor-colector cuando así lo exige el proceso. Tanto la conexión de un único conducto como la de múltiples conductos a los mezcladores-distribuidores-colectores, es bien conocida. Se sabe también que, cada segmento puede tener su propio conducto o sus propios conductos y que estos pueden estar conectados a un múltiple de distribución dentro de la vasija para reducir al mínimo el número de perforaciones requeridas a través del cuerpo de la vasija. Así, los conductos proporcionan comunicación de fluido entre el volumen del aparato y otro equipo situado fuera del cuerpo de la vasija. Si bien el conducto 18 puede estar, simplemente, en comunicación abierta con el volumen del aparato, es común que el conducto 18 esté conectado con una cámara o caja de mezclado 19 situada, al menos en parte, dentro del volumen V del aparato. El uso de múltiples cajas de mezclado y/o de tabiques dentro de una caja de mezclado es conocido, como lo son una amplia variedad de configuraciones de los mismos. En la realización ilustrada, la caja de mezclado 19 está situada en el volumen superior del aparato 14 y se superpone a la abertura que atraviesa la placa de desviación de fluido. En esta realización, las aberturas de la caja de mezclado 19 cooperan con el paso 9 para proporcionar comunicación de fluido entre los volúmenes superior 14 e inferior 15 del mezclador-distribuidor-colector. Así, puede verse que la mayor parte de la caja de mezclado se encuentra dentro del paso 9, de acuerdo con la definición previamente ofrecida para el paso. Es decir, la caja de mezclado está parcialmente dentro del paso. En otras realizaciones no ilustradas, toda la caja de mezclado 19 se encuentra dentro del paso o bien la caja de mezclado está situada junto al paso. La caja de mezclado no tiene que bloquear la abertura de la placa de desviación de fluido. Por ejemplo, el borde inferior de la caja de mezclado puede estar posicionado encima de la placa de desviación de fluido. En otra realización no ilustrada, la caja de mezclado es un tubo o conducto rectangular posicionado dentro del paso y que corre a lo largo de éste. La caja de mezclado 19 tendrá, al menos, una ranura u otra abertura para proporcionar comunicación de fluido con el volumen del mezclador-distribuidor-colector. Así, la caja de mezclado permite la adición y/o la retirada de fluido en o cerca del lugar de mezclado vigoroso cuando el fluido se mueve por el paso. Puede utilizarse la situación de la caja de mezclado y/o de los tabiques para incrementar la intensidad del mezclado cambiando la dirección de flujo del fluido y/o reduciendo adicionalmente el área de la sección transversal disponible para que el fluido se mueva desde el volumen superior 14 hasta el volumen inferior 15. Cuando el aparato está formado por segmentos, es típico, aunque no necesario, que cada segmento del aparato tenga cada componente de la realización que se está utilizando. Otro componente opcional del aparato es la

placa contra salpicaduras 20. La placa contra salpicaduras 20 es una superficie sin perforaciones que puede utilizarse para reducir el impulso vertical del fluido antes de que pase a través del distribuidor de fluido 6 que, en esta realización, es una placa perforada. En esta realización, el manipulador de flujo 7 se ilustra, también, como una placa perforada.

5 Según sea necesario, el manipulador de flujo 7 se muestra separado del distribuidor de fluido. En una realización, la distancia entre el distribuidor de fluido 6 y el manipulador de flujo 7 es función de la malla o del paso del distribuidor de fluido 6. El diseño de las aberturas y las propias aberturas en componentes tales como el límite superior 5, el distribuidor de fluido 6 y el manipulador de flujo 7, serán, típicamente uniformes, pero esto no es necesario. Puede haber variaciones naturales debidas, por ejemplo, al proceso de fabricación y/o variaciones intencionadas, de tal modo que puede haber variaciones del tamaño y/o de la forma de las aberturas y/o de su diseño (esquema). En una realización, el diámetro medio o anchura o luz de las aberturas en tales componentes va desde 0,5 mm a 5 mm (0,02 a 0,2 pulgadas). En otras realizaciones, o en otros componentes dentro de la misma realización, el diámetro medio o anchura o luz de tales aberturas es de 0,1 mm (0,004 pulgadas). Las aberturas a través de los diferentes componentes pueden diferir, naturalmente, de manera sustancial. Por tanto, la malla M, se define, en este documento, como la distancia media, siguiendo el eje geométrico, entre aberturas adyacentes en el plano principal del componente. En esta realización, la distancia X entre el fondo del distribuidor de fluido 6 y la parte superior del manipulador de flujo 7, es efectiva como se define mediante la relación  $X/M_D$ , donde  $M_D$  es la malla del distribuidor de fluido 6 y  $X/M_D$  es, al menos, 1. En otra realización, la distancia X es efectiva cuando la relación  $X/M_D$  está dentro del intervalo que va de 2 a 50. En todavía otra realización, la distancia efectiva X se define mediante la relación  $X/M_D$  cuando está comprendida en el intervalo de desde 4 hasta 25. En ciertas realizaciones, la distancia efectiva X está dentro del intervalo que va desde 5 mm (0,2 pulgadas) hasta 20 mm (0,8 pulgadas). En otras realizaciones, la distancia efectiva X está dentro del intervalo de desde 10 mm (0,4 pulgadas) hasta 15 mm (0,6 pulgadas). Para mejorar la integridad estructural del aparato, tanto el límite superior 5, como la placa 8 de desviación de fluido, el distribuidor de fluido 6 y el manipulador de flujo 7, estarán unidos, usualmente, a las costillas. Otros componentes opcionales no ilustrados son, también, bien conocidos en la técnica. Por ejemplo, pueden utilizarse piezas macizas con un área relativamente pequeña de su sección transversal expuesta a la dirección global del fluido, como distanciadores para ayudar a mantener la separación vertical deseada de los componentes del aparato.

30 En la realización ilustrada en la figura 3B, el límite superior 5 está definido por un tamiz de alambres con perfil, cuyos alambres con perfil 31 tienen una sección transversal trapezoidal con la superficie más grande de los trapezoides en contacto con el lecho de partículas y la superficie opuesta de los alambres con perfil fijada a barras de soporte rectangulares 32. Los alambres con perfil 31 y las barras de soporte 32 pueden tener cualquier forma de sección transversal y pueden ser diferentes en el mismo tamiz. En esta realización, el distribuidor de fluido 6 también está hecho del mismo tamiz de alambres con perfil que el límite superior. En otras realizaciones no mostradas, estos componentes pueden ser tamices de alambres con perfil con diferentes configuraciones. Estos componentes pueden tener, también, estructuras diferentes a las previamente descritas. Por ejemplo, uno puede ser un tamiz de alambres con perfil mientras que el otro es una placa perforada o uno puede ser un nido de abeja y el otro una rejilla. El presente invento contempla, también, varias orientaciones de los componentes que no se ilustran. Por ejemplo, los nidos de abeja pueden tener aberturas estrechadas y pueden estar orientados con la cara que tiene las aberturas más pequeñas en la superficie superior o en la superficie inferior del nido de abeja. Lo mismo es cierto para otros dispositivos en los que el perfil en sección transversal varíe a lo largo de la altura o sean no simétricas por otros motivos. Por ejemplo, rejillas tales como tamices de alambres con perfil pueden estar orientadas con los alambres con perfil o las barras de soporte en el lado de aguas abajo del dispositivo, y dispositivos con diseños no simétricos de las aberturas, tales como ranuras, pueden estar girados en su plano horizontal de forma que las aberturas pueden estar orientadas de cualquier manera con respecto a la componente horizontal de la velocidad del fluido. En una de tales de realizaciones, el tamiz de alambres con perfil de la figura 3B estaría girado 90° en el plano horizontal, de modo que una vista similar mostraría las secciones transversales de múltiples barras de soporte y la cara lateral de un único alambre con perfil. En una realización, el tamaño medio de las partículas del lecho es, al menos, el doble del tamaño de la abertura media entre los alambres con perfil. Como se indica en la figura 3B, la superficie interna de una costilla 10 es visible cuando se mira esta vista en sección transversal del mezclador-distribuidor-colector. La figura 3B ilustra, también, que la placa 8 de desviación de fluido puede estrecharse en forma escalonada, como se ilustra, siendo la parte más delgada de la placa 8 de desviación de fluido, la más próxima al paso 9 para ambas partes de la placa de desviación. En otras realizaciones no ilustradas, la placa 8 de desviación de fluido puede estrecharse de tal manera que su sección transversal, en una vista equivalente, sea generalmente triangular o trapezoidal. El conducto 18 se muestra en comunicación con el volumen del aparato a través de la caja de mezclado 19. Como se muestra, la caja de mezclado 19 puede ser una cámara rectangular que corra a lo largo del paso y que se extienda a través del paso para estar en comunicación con los volúmenes superior 14 o inferior 15 del aparato, o con ambos. En esta realización, el manipulador de flujo 7 se ilustra como una placa perforada separada del distribuidor de fluido 6. Sin embargo, hay que resaltar que el manipulador de flujo puede ser cualquiera del grupo de manipuladores previamente descritos y que tales dispositivos pueden utilizarse en combinación para definir el manipulador de flujo. El mezclador-distribuidor-colector como se muestra en el lado derecho del cubo 11 en la figura 3A, se extiende a través de la vasija desde el cubo 11 hasta la superficie interna del cuerpo 12 de la vasija, para separar los lechos anulares 2 de partículas. Las placas terminales 21 son componentes opcionales que pueden utilizarse para mejorar adicionalmente la integridad estructural de las secciones del aparato. Como se muestra, estas placas terminales 21 pueden servir para encerrar los extremos de sección adyacentes al cubo y al cuerpo de la

vasija. Pueden ser planas o estar curvadas, a fin de proporcionar un ajuste más estrecho con la curvatura de las superficies respectivas a las que son adyacentes. Como se muestra, a la derecha del cubo en la figura 3B, la sección así definida por las dos costillas 10 (de las que solamente se muestra una), las dos placas terminales 21, el límite superior 5 y el manipulador de flujo 7, puede unirse al cuerpo 12 de la vasija y al cubo 11 mediante anillos de soporte 22. A la izquierda del cubo 11 en la figura 3A se muestra otra realización en la que cada capa del aparato está unida mediante anillos de soporte 22 separados. Tal realización puede utilizarse cuando se desee montar el aparato en capas horizontales en lugar de en secciones. También, se ilustra que los anillos de soporte u otros medios de unión de los componentes del aparato a la vasija, pueden utilizarse para conseguir la separación deseada entre los componentes. La figura 3B ilustra también otra configuración opcional del invento en la que el mezclador-distribuidor-colector está separado del lecho inferior de partículas sólidas como se indica por un espacio vacío 23. En una realización, la distancia desde el fondo del manipulador de flujo hasta la parte superior del lecho de partículas inferior, está dentro del intervalo que va desde 3 mm (0,1 pulgadas) hasta 38 mm (1,5 pulgadas).

En una realización, el presente invento se utiliza en un proceso de separación por adsorción SMB. No se cree que la práctica del presente invento esté relacionada con el uso de cualquier tipo particular de proceso SMB, ni que esté limitada a dicho uso, ni con cualquier combinación particular de adsorbente/desorbente. La técnica general empleada en una separación por adsorción en lecho móvil simulado (SMB), está perfectamente descrita en la bibliografía. Por ejemplo, una descripción general dirigida a la recuperación de para-xileno, se presenta en la página 70 de la edición de Septiembre de 1970 de Chemical Engineering Progress (vol. 66, núm. 9). La técnica de lecho móvil simulado la describe también R.A. Meyers, en el Handbook of Petroleum Refining Process, páginas 8-85 a 8-87, McGraw-Hill Book Company (1986) y en la sección Adsorption, Liquid Separation de la Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 2002, de John Wiley & Sons, Inc. Sistemas SMB a contracorriente se describen en muchas referencias disponibles, tales como el documento US 2.985.589. El tamaño del equipo para la utilización de estos principios puede variar desde el de la escala de instalación piloto mostrado en el documento US 3.706.812 hasta el de la escala de instalación petroquímica comercial, con caudales que van desde unos pocos cc por hora hasta muchos miles de litros por hora. Las instalaciones a gran escala emplean normalmente válvulas giratorias que tienen una lumbrera para cada conducto, mientras que las unidades a pequeñas escala y las de alta presión, tienden a utilizar válvulas que solamente tienen dos o tres lumbreras. El invento también puede emplearse en un proceso de separación por adsorción SMB que simule el movimiento a favor de corriente del adsorbente, como el descrito en los documentos US 4.402.832 y US 4.478.721. Las funciones y las propiedades de adsorbentes y desorbentes en la separación cromatográfica de componentes líquidos son bien conocidas, y puede hacerse referencia al documento US 4.642.397. En una realización, el fluido es, sustancialmente, un líquido.

Las unidades existentes de proceso SMB pueden adaptarse fácilmente para funcionar de acuerdo con el invento reivindicado. La práctica del presente invento no exige cambios significativos de las condiciones de funcionamiento de la unidad. Los cambios podrían realizarse en cualquier momento en que se detuviese el proceso SMB, tal como por un reacondicionamiento programado, una modernización de una unidad o una recarga de adsorbente. Después de que la unidad de proceso SMB ha sido puesta de manera segura en un estado de espera, se descargaría el adsorbente y se retirarían los mezcladores-distribuidores-colectores existentes. Nuevos mezcladores-distribuidores-colectores de acuerdo con el presente invento podrían estar disponibles para su instalación inmediata. O bien los mezcladores-distribuidores-colectores existentes podrían ser fácilmente modificados añadiendo un manipulador de flujo de acuerdo con el presente invento. En una realización en la que los mezcladores-distribuidores-colectores estén montados por segmentos, el manipulador de flujo podría ser añadido a cada segmento como la capa componente situada más abajo, por ejemplo uniéndolo mediante separadores y/o soportes a las costillas o al distribuidor de fluido. En otra realización, el manipulador de flujo podría montarse a través de toda la sección transversal de la vasija, bajo el mezclador-distribuidor-colector existente, uniéndolo al mezclador-distribuidor-colector existente o uniéndolo al cuerpo de la vasija.

Como se ha expuesto previamente, el área abierta,  $OA_M$ , del manipulador de fluido debe ser mayor que el área abierta,  $OA_D$ , del distribuidor de flujo. En una realización, la relación  $OA_M/OA_D$  va desde 1,5 a 15. En otra realización, la relación  $OA_M/OA_D$  va desde 2,0 a 12. En otra realización, la relación  $OA_M/OA_D$  va de 2,5 a 7. En una realización,  $OA_D$ , determinada a partir de las condiciones del proceso y del número de valores de presión dinámica de la caída de presión (K), va del 1% al 20%. En otra realización,  $OA_D$  va desde 6% a 12%. En una realización,  $OA_M$  va del 25% al 50%. En otra realización,  $OA_M$  va del 30% al 40%. Como se ha descrito previamente, otro parámetro que puede utilizarse para caracterizar el distribuidor de fluido y el manipulador de flujo, es la malla, respectivamente,  $M_D$  y  $M_M$ . En una realización, la relación  $M_D/M_M$  es menor que 5. En otra realización, la relación  $M_D/M_M$  es menor que 3. En todavía otra realización, la relación  $M_D/M_M$  es menor que 1,5. Como la malla, tal como se ha definido previamente, es, siempre, un número positivo, se deduce que la relación entre dos valores de la malla debe ser, también, un número positivo.

Se llevaron a cabo un conjunto de experimentos, como sigue, a fin de verificar el comportamiento mejorado del presente invento. El sistema global consistía en una columna cilíndrica de Plexiglás, orientada verticalmente, con un diámetro de 457 mm (18 pulgadas). Se introdujo un líquido (agua) en la parte superior de la columna, en condiciones ambiente, mediante una bomba conectada con un depósito de suministro de líquido. El caudal de líquido se controló regulando la presión en la conducción que conecta la bomba con la columna y se vigiló mediante un caudalímetro. Se hizo recircular el agua desde el fondo de la columna a través de una conducción hasta el depósito de suministro



de líquido. Se evaluaron diversos mezcladores-distribuidores-colectores colocándolos de forma que el límite superior estuviese situado 508 mm (20 pulgadas) por debajo de la entrada de líquido. En todos los ensayos, el límite superior consistió en un tamiz de alambres según la especificación E-11 de la US Standard ASTM núm 100, que estaba soportado por una rejilla. La placa de desviación de fluido era similar a la representada en la figura 1 y consistía en dos placas macizas de grosor sustancialmente constante con áreas de la sección transversal según la cuerda de grosor constante, separadas por un paso rectangular que se extendía según el diámetro de la columna. La anchura del paso (distancia entre las dos partes del detector de fluido) era de 127 mm (5 pulgadas). En todos los ensayos, un bloque rectangular macizo estaba soportado en el paso y a todo lo largo de éste para imitar una caja de mezclado. La separación entre cada lado de este bloque macizo y los lados respectivos de la placa de desviación de fluido variaban entre 3,6 mm (0,14 pulgadas) y 14,2 mm (0,56 pulgadas). Usualmente, el bloque macizo estaba centrado en el paso pero, en algunos ensayos, el bloque macizo estaba 1 mm (0,04 pulgadas) más cerca de un borde de la placa de desviación que del otro. Ninguna de estas variaciones de tamaño y de posición del bloque macizo tuvo un impacto notable sobre los resultados. Otra variable que careció de efecto notable en estos ensayos fue el uso opcional de una placa contra salpicaduras por debajo del paso. El distribuidor de fluido era una placa perforada o un tamiz de alambres con perfil, con diferentes parámetros como se enumera en la Tabla 1. Como manipulador de flujo se utilizaron diversas placas perforadas con parámetros como los enumerados en la Tabla 1. La separación entre el distribuidor de fluido y el manipulador de flujo se mantuvo constante en todos los casos en 8 mm (0,31 pulgadas). En cada ensayo, debajo del aparato mezclador-distribuidor-colector se situó un lecho a nivel de 51 mm (2 pulgadas) de altura de partículas esféricas sólidas de 0,8 mm (0,03 pulgadas) de diámetro. La distancia entre el fondo del aparato y la parte superior de este lecho de partículas variaba entre 9,5 mm (0,375 pulgadas) y 38 mm (1,5 pulgadas) sin que ello tuviese un impacto notable sobre los resultados. Tras una absorción completa de agua, estas partículas sólidas tenían una densidad de 1,8 g/cc. Esta densidad, denominada en ocasiones densidad de piezas o de partículas, se calcula a partir del volumen de las partículas individuales y del peso de las partículas más el agua absorbida. Así, La densidad de las piezas es mayor que la densidad aparente, ya que ésta se determina a partir del mismo peso pero el volumen incluye, también, el volumen intersticial o de huecos entre las partículas en un lecho, que no incrementa el peso. El lecho de partículas sólidas estaba soportado por un lecho de cuentas de vidrio con un diámetro nominal de 1,5 mm (0,06 pulgadas) de 25 mm (1 pulgada) de altura que descansaba sobre un lecho de cuentas de vidrio con un diámetro nominal de 2,5 mm (0,1 pulgadas) de 25 mm (1 pulgada) de altura que, a su vez, descansaba sobre un lecho de esferas de óxido de aluminio con un diámetro nominal de 6,3 mm (0,25 pulgadas) de 305 mm (12 pulgadas) de altura. Este último lecho estaba soportado por una rejilla cubierta con un tamiz de alambres según la especificación E-11 de la US Standard ASTM núm 100, situado 616 mm (24 pulgadas) por encima del fondo de la columna. En cada ensayo, se niveló el lecho de partículas sólidas de 51 mm de altura y se instaló en mezclador-distribuidor-colector en la columna. Se llenó entonces lentamente la columna con agua sin perturbar el lecho de partículas. Una vez que el sistema estaba lleno de líquido, se aumentó el régimen de alimentación de agua para obtener una velocidad lineal media de bajada de 9 mm/s (0,03 pies/s) y se observó visualmente el movimiento del lecho de partículas situado bajo el mezclador-distribuidor-colector. Las perturbaciones aparecidas en el lecho de partículas se clasificaron sobre una escala subjetiva como se resume en la Tabla 2. Después de juzgarse el efecto sobre el lecho, se incrementó la velocidad lineal media y se realizó otra observación. Los resultados de los ensayos que se resumen en la Tabla 3 demuestran claramente el comportamiento mejorado de los mezcladores-distribuidores-colectores D y, especialmente, E.

Tabla 1

Parámetros del mezclador-distribuidor-colector

ID	Distribuidor de fluido			Manipulador de flujo	
	Tipo	Área abierta	Malla (mm)	Área abierta	Malla (mm)
A	Tamiz de alambres con perfil	9,8%	1,3	No se utiliza ninguno (técnica anterior)	
B	Placa perforada	0,35%	25,4	4,7%	20,8
C	Placa perforada	2,0%	43,2	41%	2,4
D	Placa perforada	6,0%	9,3	41%	2,4
E	Tamiz de alambres con perfil	9,8%	1,3	41%	2,4

Tabla 2

Grado de perturbación del lecho inferior de partículas

Puntuación	Descripción
0	Sin movimiento de las partículas
1	Movimiento menor, limitado a una pequeña parte del lecho
2	Chorros de líquido indicados por orificios "taladrados" en el lecho
3	Turbulencia indicada por la fluidificación
4	Patrones profundos creados en el lecho, ~25 mm o más

Tabla 3

Grado de perturbación del lecho inferior de partículas para diversos  
mezcladores-distribuidores-colectores y velocidades lineales medias del fluido

5

Ensayo núm.	ID del mezclador- distribuidor- colector	Velocidad lineal media del fluido, mm/s (pies/s)					
		9 (0,03)	15 (0,05)	21 (0,07)	27 (0,09)	36 (0,12)	61 (0,20)
Puntuación del grado de perturbación de la Tabla 2							
1	A	---	---	---	---	---	4
2	A	---	3	3	---	4	---
3	A	2	3	4	---	---	---
4	B	2	3	4	---	---	---
5	C	2	2	4	---	---	---
6	D	0	0	1	---	4	---
7	E	0	0	0	---	1	1
8	E	0	0	0	0	0	---

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato mezclador-distribuidor-colector (3) situado entre un lecho superior y un lecho inferior de partículas sólidas (2) en una vasija (1) que tiene un eje geométrico vertical (13), cuyo aparato comprende:
- 5 un límite superior (5) para retener el lecho superior de partículas sólidas y permitir el flujo hacia abajo de un fluido con un perfil de velocidades del fluido a través del aparato mezclador-distribuidor-colector (3);
- 10 un distribuidor (6) de fluido situado debajo del límite superior (5) y separado de él, mejorando el distribuidor (6) de fluido la uniformidad del perfil de velocidades del fluido;
- una placa (8) de desviación de fluido que se extiende horizontalmente a través del área de la sección transversal de la vasija y que está situada entre el límite superior (5) y el distribuidor (6) de fluido y separada de ellos,
- 15 al menos un paso (9) a través de la placa (8) de desviación de fluido que proporciona comunicación de fluido entre el límite superior (5) y el distribuidor (6) de fluido; y
- 20 un manipulador de flujo (7) seleccionado del grupo que consiste en placas perforadas, tamices, rejillas, sólidos porosos, nidos de abeja y combinaciones de los mismos;
- en el que el límite superior (5), el distribuidor (6) de fluido y el manipulador de flujo (7) están orientados sustancialmente paralelos entre sí y sustancialmente perpendiculares al eje geométrico (13) de la vasija vertical, y el manipulador de flujo (7) está situado debajo del distribuidor (6) de fluido y separado de él en una distancia (X), y tiene un área abierta,  $OA_M$ , tal que la relación  $OA_M/OA_D$  sea mayor que 1, siendo  $OA_D$  el área abierta del distribuidor (6) de fluido.
- 25
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que  $OA_M$  está comprendida entre un 25% y un 50%.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que  $OA_D$  está comprendida entre un 1% y un 20%.
- 30
4. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que la distancia X entre el distribuidor (6) de fluido y el manipulador de flujo (7), está definida por la relación  $X/M_D$ , siendo  $M_D$  la malla del distribuidor de fluido, y la relación  $X/M_D$  es, al menos, 1.
- 35
5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que la relación  $M_D/M_M$  es menor que 3, siendo  $M_D$  la malla del distribuidor de fluido y siendo  $M_M$  la malla del manipulador de flujo.
6. El aparato de la reivindicación 4, que comprende además:
- 40 un conducto (18) que permite la adición y/o la retirada de una segunda corriente de fluido procedente de un volumen V del aparato;
- una caja de mezclado (19) situada al menos parcialmente dentro del volumen V del aparato, y en comunicación de fluido con el conducto (18), teniendo la caja de mezclado (19) al menos una abertura que proporciona comunicación de fluido entre la caja de mezclado (19) y el volumen V del aparato;
- 45 en el que el volumen V del aparato está definido como el volumen comprendido entre el límite superior (5) y el distribuidor (6) de fluido.
- 50
7. El aparato de la reivindicación 1, cuyo aparato está situado en una vasija adsorbente de un proceso de separación por adsorción mediante lecho móvil simulado, cuyo aparato comprende, además:
- un cubo de soporte central (11) coaxial con el eje geométrico vertical (13);
- 55 una pluralidad de costillas (10) que radian horizontalmente desde el cubo de soporte central (11) hacia la pared de la vasija y que se extienden al menos entre el límite superior (5) y el distribuidor (6) de fluido para definir una pluralidad de volúmenes de segmento entre el límite superior (5), el distribuidor (6) de fluido y las costillas (10);
- 60 la placa (8) de desviación de fluido está dividida en sectores y un sector está situado en cada volumen de segmento y cada sector radia desde el cubo de soporte central (11) hacia la parte exterior de cada volumen de segmento para definir un volumen superior entre el límite superior (5) y la placa (8) de desviación de fluido y un volumen inferior comprendido entre la placa (8) de desviación de fluido y el distribuidor (6) de fluido;
- 65 el paso (9) se extiende a través de la placa (8) de desviación de fluido, proporcionando comunicación de fluido entre los volúmenes superior e inferior dentro del volumen de segmento;
- una caja de mezclado (19) situada al menos parcialmente dentro de cada volumen de segmento junto al paso (9),

teniendo la caja de mezclado (19) aberturas que proporcionan comunicación de fluido entre la caja de mezclado y el volumen de segmento;

un conducto (18) de transferencia de fluido fijado a la caja de mezclado (19) y en comunicación de fluido con ella;

5 en el que el límite superior (5) comprende un tamiz de alambres con perfil; el distribuidor (6) de fluido comprende un tamiz de alambres con perfil; y el área abierta  $OA_M$  del manipulador de flujo está comprendida entre el 30% y el 40%.

10 8. El aparato de la reivindicación 7, en el que el distribuidor (6) de fluido tiene un área abierta comprendida entre el 6% y el 12%.

9. El aparato de la reivindicación 7, en el que al menos parte de la caja de mezclado (19) está situada al menos parcialmente dentro del paso (9).

15 10. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 7, en el que la distancia X está comprendida entre 5 mm (0,2 pulgadas) y 20 mm (0,8 pulgadas).

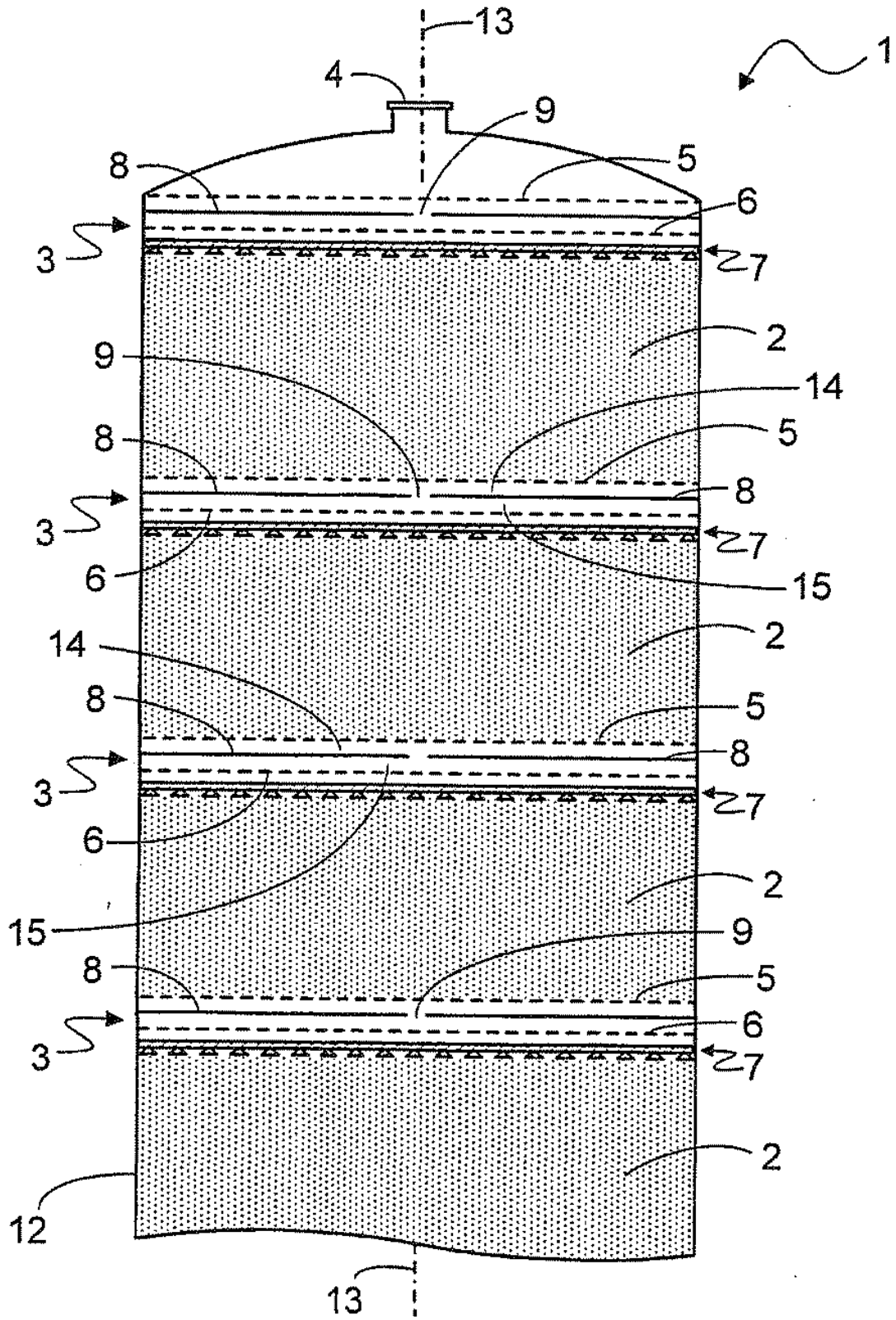


FIG. 1

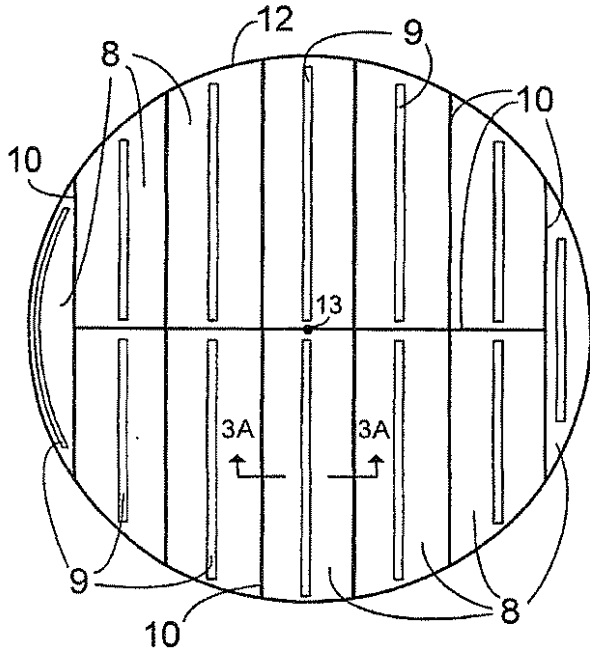


FIG. 2A

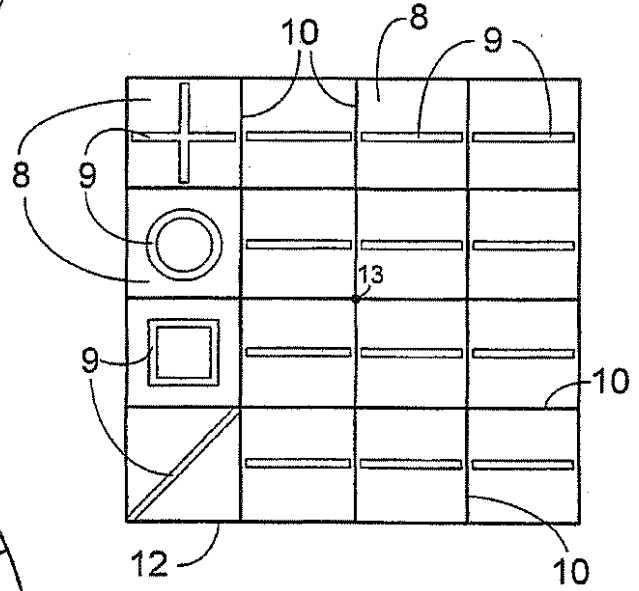


FIG. 2C

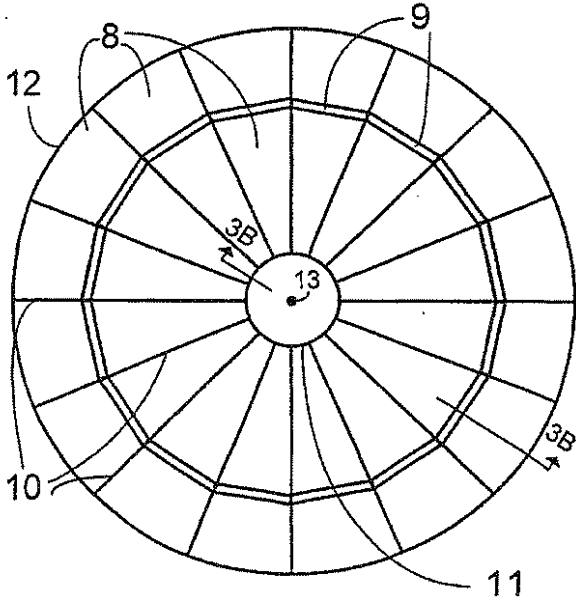


FIG. 2B

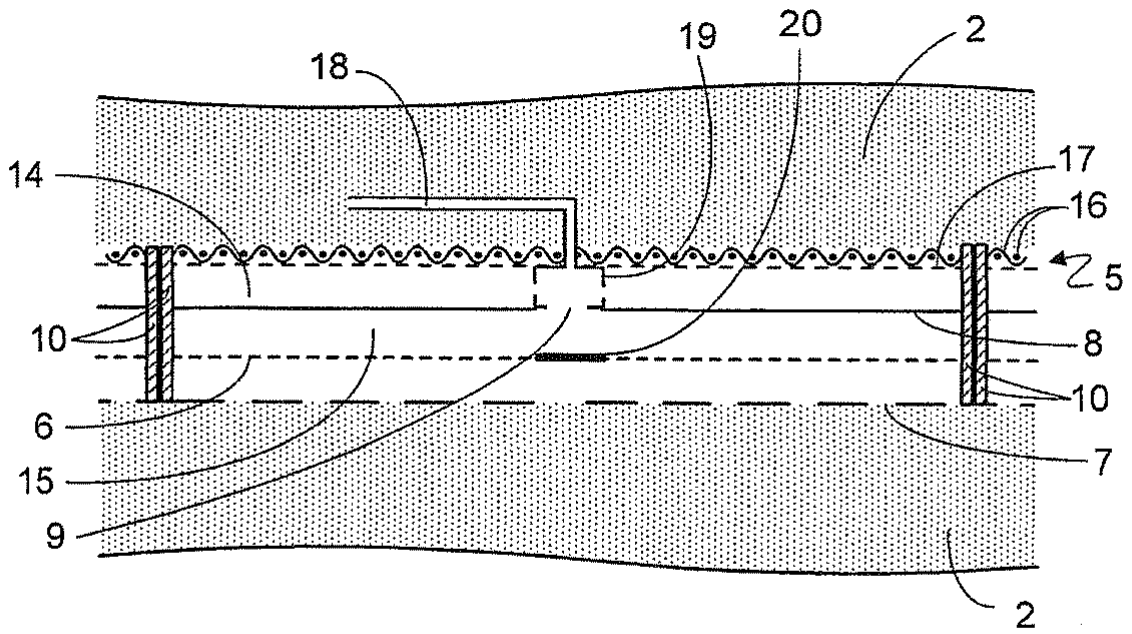


FIG. 3A

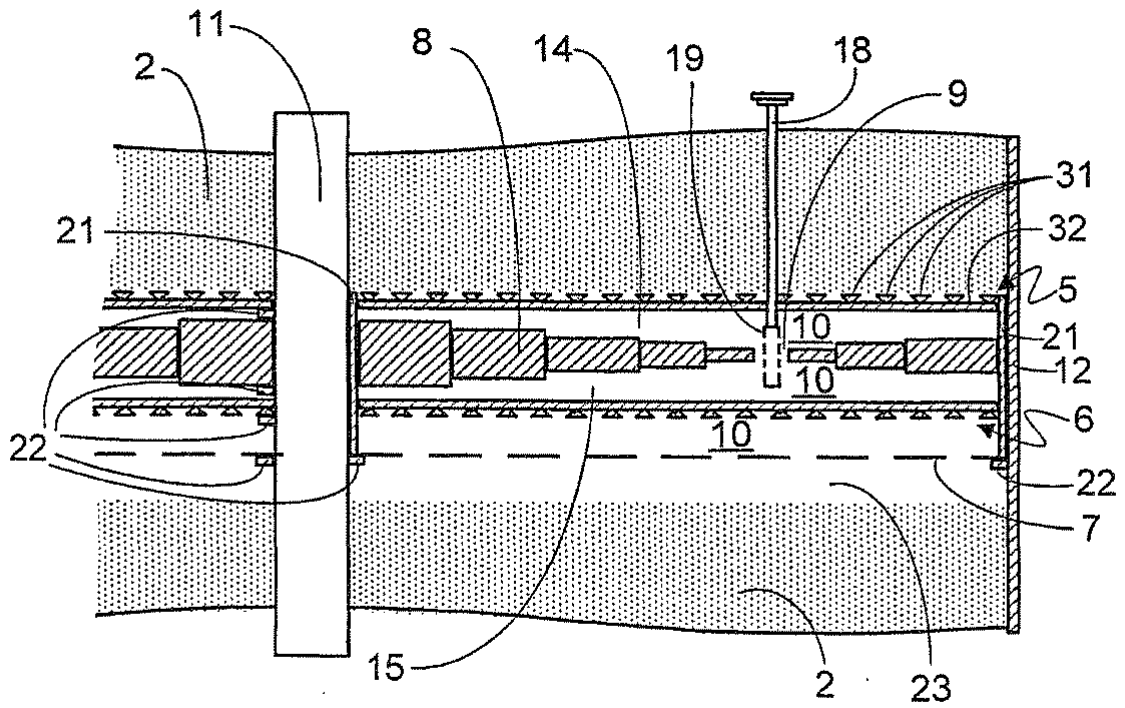


FIG. 3B