(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 625 879**

(51) Int. Cl.:

B01D 3/32	(2006.01)
B01D 53/18	(2006.01)
B01F 3/04	(2006.01)
B63B 35/44	(2006.01)
B01D 3/00	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2015** **E 15306365 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017** **EP 3015151**

(54) Título: **Bandeja distribuidora compacta para las columnas de contacto gas/líquido marinas**

(30) Prioridad:

24.09.2014 FR 1459001

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.07.2017

(73) Titular/es:

IFP ÉNERGIES NOUVELLES (100.0%)
1 & 4, avenue de Bois-Préau
92852 Rueil-Malmaison Cedex, FR

(72) Inventor/es:

HAROUN, YACINE;
ALIX, PASCAL y
FOURATI, MANEL

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 625 879 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

Bandeja distribuidora compacta para las columnas de contacto gas/líquido marinas

La presente invención se refiere al campo de las columnas de contacto gas/líquido marinas, y más particularmente a las unidades marinas de tratamiento de gas, de captación del CO_2, de deshidratación o también de destilación.

Las unidades marinas de tratamiento de gas y/o de captación del CO_2 por lavado con aminas comprenden unas columnas de absorción y de regeneración de fluidos, líquidos o gaseosos. Estas últimas funcionan en circulación gas/líquido a contracorriente o a favor de corriente y se instalan sobre unos barcos, unas barcazas flotantes o unas plataformas marinas, por ejemplo, del tipo FPSO (del inglés Floating Production, Storage and Offloading que significa plataforma de producción de almacenamiento y descarga), o del tipo FLNG (del inglés Floating Liquefied Natural Gas que significa plataforma de gas natural licuado). Para las barcazas flotantes, pueden instalarse igualmente unas columnas de destilación o unas columnas de deshidratación.

El documento FR2989595 describe un distribuidor de líquido para una columna destinado a embarcarse en una barcaza. La bandeja distribuidora no describe el compartimento de retención en la periferia de dicha bandeja.

Las columnas utilizadas en estas unidades marinas de tratamiento de gas y/o de captura de CO_2 y/o de destilación y/o de deshidratación funcionan generalmente bajo el principio de un intercambio de material y/o de calor entre el gas y el fluido que circula en las columnas. La figura 1 representa un caso particular de una columna de tratamiento de gas 1 equipada con una bandeja distribuidora en la cabeza de columna. Clásicamente, esta columna de tratamiento de gas 1 incluye varias secciones ocupadas por un contactor 3, se dispone una bandeja distribuidora 2 por encima de cada sección 3. El contactor gas/líquido pone en contacto el gas G y el líquido L con el fin de permitir los intercambios.

Los distribuidores estándar 2 utilizados en las columnas de absorción/regeneración o también de destilación están constituidos generalmente por una bandeja colectora/distribuidora equipada con chimeneas 4 (véase la figura 2). La distribución del líquido se realiza mediante el paso de líquido en los orificios 5 situados en la parte baja de la bandeja 2 y la distribución del gas se realiza por las chimeneas 4. Cada chimenea 4 permite el paso del gas, según el modo de funcionamiento a contracorriente o a favor de corriente, de la parte baja de la columna a la parte alta de la columna 1 o bien desde la parte alta hacia la parte baja. Las chimeneas 4 sobresalen de un lado de la bandeja 2 y son perpendiculares a esta. Cada chimenea 4 está formada por varias paredes, por ejemplo, paralelepipédicas o cilíndricas que delimitan un volumen interno que está abierto por un lado y otro de la bandeja 2. Para evitar que el líquido pase por las chimeneas 4, la abertura de escape o de llegada del gas por encima de la bandeja (según el modo de funcionamiento a contracorriente o a favor de corriente), es preferentemente ortogonal a la dirección longitudinal de la chimenea 4. El objetivo de la bandeja distribuidora es distribuir el líquido L de manera homogénea sobre el contactor gas/líquido 3.

Las bandejas equipadas con chimeneas pueden ser de diferentes tipos, y las chimeneas pueden situarse según diferentes configuraciones. Se exponen diferentes variantes de bandejas distribuidores principalmente en las solicitudes de patente y patentes siguientes: US6338774B, US2004020238A, US6149136A y US5752538A.

Las columnas de contacto gas/líquido consideradas se colocan sobre unas estructuras flotantes, por ejemplo, de tipo barco, plataforma o también barcaza, sensibles al oleaje. Debido a esto, los equipos instalados en estas unidades y principalmente las bandejas distribuidoras gas/líquido soportan unos movimientos del oleaje con hasta seis grados de libertad ("zigzag, cabeceo, balanceo, sacudidas, guiñadas, cabalgadas").

A título indicativo, el ángulo asociado a la combinación de las oscilaciones de cabeceo y de balanceo puede ser del orden de +/- 5° con un periodo que va de 10 a 20 segundos. Los órdenes de magnitud de las aceleraciones longitudinal, transversal y vertical encontradas entonces en la columna son respectivamente del orden de 0,33/1,28/0,33 m/s^2 a 50 m por encima del puente.

En estas condiciones, el funcionamiento de las bandejas distribuidoras clásicas equipadas con chimeneas (figura 2) puede ser grandemente perturbado. En efecto, el funcionamiento de estos distribuidores es principalmente gravitatorio, debe establecerse una reserva de líquido de altura homogénea "h" sobre la bandeja distribuidora. El cuadrado de la velocidad del paso del líquido por los orificios 5 situados en la parte baja de la bandeja 2 es proporcional a la altura de la reserva de líquido ($U_L^2 \propto gh$). Cuando la bandeja 2 está inclinada bajo el efecto del oleaje (figura 3), la altura de la reserva del líquido no es uniforme sobre la bandeja distribuidora ($h_1>h_2$) lo que provoca un desequilibrio en la distribución del líquido en la entrada del contactor gas/líquido 3. La calidad de distribución y por tanto la eficacia de la columna quedan grandemente impactadas. Esta mala distribución, si no se controla, puede degradar sustancialmente los rendimientos de la columna. Sería necesaria una reserva de líquido grande para compensar estos efectos, lo que significa un incremento del volumen y del peso que no conviene para unas unidades marinas.

Con el fin de evitar este tipo de problemas, se han realizado unos elementos de distribución poco sensibles a los defectos de horizontalidad. Estos distribuidores están constituidos generalmente por un colector y un distribuidor unidos mediante uno o varios conductos verticales relativamente largos para que el distribuidor permanezca en carga cualesquiera que sean las condiciones de oleaje encontradas. Estos distribuidores son generalmente poco sensibles a los efectos del oleaje y generan una buena calidad de distribución, pero son muy voluminosos: su altura puede ser de varios metros en ciertos casos (US2004020238 A).

Otra solución a estos problemas se describe en las patentes FR 2771018 A y FR 2771019 A, consiste en utilizar dos distribuidores (primario y secundario). Cada distribuidor se divide en varios compartimentos en los que se reparte el líquido. Gracias a estos compartimentos, el líquido se reparte mejor durante la inclinación de la columna. Sin embargo, esta solución continúa siendo voluminosa porque necesita dos distribuidores. Además, los compartimentos no comunican en conjunto, el reparto del líquido en los compartimentos no está equilibrado.

La patente US 5.132.055, por su parte, divulga una bandeja distribuidora en la que las chimeneas permiten compartimentar la zona de salida de líquido. Según este documento, todas las chimeneas son entonces paralelas. Todos los compartimentos poseen por tanto una superficie diferente. Además, el paralelismo de las chimeneas no permite asegurar una buena distribución y un buen reparto del líquido sobre el conjunto de la bandeja. En efecto, cuando la inclinación de las bandejas es paralela a estas chimeneas, la altura de la reserva de líquido varía de manera importante entre los dos extremos de la bandeja.

La solicitud de patente FR 2989595 A (US 2013/277868 A) describe una bandeja distribuidora sobre la que se forman unos tabiques perforados que delimitan unos compartimentos. Los tabiques perforados permiten limitar la mala distribución del líquido.

La invención se refiere a una bandeja distribuidora que incluye al menos un tabique perforado que delimita unos compartimentos. Según la invención, la bandeja distribuidora comprende al menos un compartimento de distribución, en el seno del que el gas y el líquido pueden atravesar la bandeja, y al menos un compartimento de retención, en el seno del que el líquido no puede atravesar la bandeja. El compartimento de retención se sitúa en la periferia de la bandeja. La presencia de al menos un compartimento de retención en la periferia de la bandeja permite una buena calidad de distribución y una buena dispersión del líquido, incluso para unas grandes inclinaciones de la bandeja impuestas por el medio marino.

El dispositivo según la invención

La invención se refiere a una bandeja distribuidora para columna de intercambio de calor y/o de materia entre un gas y un líquido que incluye al menos un tabique que delimita unos compartimentos sobre la cara superior de dicha bandeja, incluyendo dicho tabique unas perforaciones para permitir la circulación de una parte del líquido entre dichos compartimentos, en el que dicha bandeja incluye al menos un compartimento de distribución que comprende al menos un medio para el paso del líquido a través de dicha bandeja y al menos un medio para el paso del gas a través de dicha bandeja. Dicha bandeja incluye al menos un compartimento de retención en la periferia de dicha bandeja que no incluye ningún medio para el paso del líquido a través de dicha bandeja.

Según la invención, dicho compartimento de retención no incluye ningún medio para el paso del gas a través de dicha bandeja.

Ventajosamente, cada compartimento en la periferia de dicha bandeja es un compartimento de retención.

Preferentemente, dichos medios para el paso del gas son unos elementos de distribución de gas bajo la forma de chimenea que sobresalen de la cara superior de dicha bandeja.

Según una variante de realización, dicho tabique tiene una altura superior o sustancialmente igual a la altura de dichas chimeneas.

Según una característica de la invención, las perforaciones se disponen en la base de dicho tabique.

Según un aspecto de la invención, dicha bandeja incluye varios tabiques secantes.

Ventajosamente, dichos tabiques están compuestos por dos series de tabiques, siendo paralelos los tabiques de cada serie entre sí y secantes a los tabiques de la otra serie.

Además, las perforaciones de dos tabiques paralelos que delimitan un mismo compartimento pueden no estar alineadas.

De manera ventajosa, las dimensiones L_{c1} y L_{c2} de dicho compartimento de distribución están comprendidas entre 100 y 1.000 mm.

De manera preferida, las dimensiones L_{c3} de dicho compartimento de retención están comprendidas entre 40 y 200 mm.

Según un modo de realización de la invención, los medios para el paso del líquido son unos orificios y/o unas chimeneas que sobresalen de la cara superior de dicha bandeja.

Según una variante de realización de la invención, dicha bandeja incluye un sistema de distribución secundario que sobresale de la cara inferior de dicha bandeja para repartir dicho líquido procedente de dichos medios para el paso del líquido.

Dicho sistema de distribución secundario puede comprender unas chimeneas y/o unos deflectores.

Además, la invención se refiere a una columna de intercambio de calor y/o de materia entre un gas y un líquido, en la que los dos fluidos se ponen en contacto por medio de un empaque. Dicha columna incluye al menos una bandeja distribuidora según la invención para distribuir dichos fluidos sobre dicho empaque.

La invención se refiere igualmente a una barcaza flotante, particularmente para la recuperación de hidrocarburos, que comprende al menos una columna según la invención.

Además, la invención se refiere a la utilización de una columna según la invención para un procedimiento de tratamiento de gas, de captura de CO_2, de destilación o de transformación de aire.

Presentación sucinta de las figuras

Surgieran otras características y ventajas del procedimiento según la invención, con la lectura de la descripción que sigue a continuación de ejemplos no limitativos de realizaciones, con referencia a las figuras adjuntas y descritas a continuación.

La figura 1, ya descrita, ilustra el caso particular de una columna de tratamiento de gas o de captura de CO_2 equipada con una bandeja distribuidora en cabeza de columna.
La figura 2, ya descrita, ilustra una bandeja distribuidora según la técnica anterior.
La figura 3, ya descrita, ilustra una bandeja distribuidora inclinada según la técnica anterior.
La figura 4 ilustra una vista parcial de una bandeja distribuidora según la invención.
La figura 5 ilustra una bandeja distribuidora inclinada según la invención.
La figura 6 ilustra una vista desde arriba de un compartimento de distribución según un ejemplo de realización de la invención.
La figura 7 ilustra una variante de realización de la bandeja distribuidora según la invención.
La figura 8 ilustra una vista parcial de una bandeja distribuidora según un modo de realización de la invención.
La figura 9 es una curva comparativa entre una bandeja distribuidora según la invención y una bandeja distribuidora según la técnica anterior.

Descripción detallada de la invención

La figura 4 ilustra una bandeja distribuidora según la invención, se trata de una vista isométrica de una bandeja seccionada en un diámetro de la bandeja. La otra parte de la bandeja se deduce por simetría, con un tabique a la altura del plano de sección.

La invención se refiere a una bandeja distribuidora para columna de intercambio de calor y/o de materia entre un gas y un líquido, que comprende clásicamente al menos un medio para el paso de gas (tal como una chimenea) 4 a través de la bandeja 2, y al menos un medio para el paso del líquido (tal como un orificio) 5 a través de la bandeja 2.

Además, la bandeja distribuidora comprende al menos un tabique 6 que permite compartimentar una cara de la bandeja, el tabique 6 está perforado 7 para permitir la circulación de una parte del líquido entre los compartimentos 8, 9 formados por el tabique 6. Según un ejemplo de realización de la invención, la bandeja distribuidora comprende varios tabiques 6. La bandeja distribuidora 2 según la invención incluye al menos un compartimento de distribución 8 y al menos un compartimento de retención 9.

Cada compartimento de distribución 8 permite la distribución de los fluidos e incluye al menos un medio para el paso del gas 4 y al menos un medio, preferentemente varios, para el paso del líquido 5. Preferentemente, cada compartimento de distribución 8 incluye una única chimenea 4 para el paso del gas y varios orificios 5 para el paso del líquido. La figura 6 representa un ejemplo de compartimento de distribución 8 en una vista desde arriba. El compartimento de distribución ilustrado comprende una chimenea de gas 4 central rodeada por una pluralidad de orificios 5 para el paso del líquido.

Cada compartimento de retención 9 permite retener el líquido sobre la cara (o superficie) superior de la bandeja y no incluye ningún medio para el paso del líquido a través de la bandeja. Preferentemente, el compartimento de

retención 9 no incluye igualmente ningún medio para el paso del gas a través de la bandeja. Los tabiques 6 de los compartimentos de retención 9 están igualmente perforados. Según la invención, los compartimentos de retención 9 se sitúan en la periferia de la bandeja 2, es decir que los compartimentos de retención 9 se forman por los tabiques 6 y la virola de la columna 1. Según un modo de realización, podría colocarse un tabique suplementario sobre la periferia de la virola para facilitar la instalación del distribuidor y asegurar una buena estanquidad entre los compartimentos de retención. Según un aspecto de la invención, todos los compartimentos en la periferia de la bandeja 2 son unos compartimentos de retención 9 y los otros compartimentos, es decir los compartimentos centrales (sin delimitación por la virola de la columna 1) son unos compartimentos de distribución 8.

Los tabiques 6 generan unos compartimentos 8, 9 de líquido, que sirven de “barrera” cuando la bandeja se inclina. De ese modo, se mantiene una reserva de líquido relativamente homogénea incluso con una gran inclinación. Se garantiza de esta forma una buena calidad de distribución del líquido sobre el contactor gas/líquido. Se denomina reserva de líquido, a la interfaz entre el gas y el líquido. La altura de la reserva de líquido corresponde a la altura del líquido con relación a la cara superior de la bandeja. Además, se denomina zona de circulación del líquido a la zona sobre la que circula líquido; se trata del lado superior de la bandeja, sobre el que sobresalen los tabiques 6. Además, gracias a las perforaciones 7 de los tabiques 6, el líquido puede circular sobre la totalidad de la cara de la bandeja distribuidora 2, asegurando de ese modo una buena dispersión radial del líquido. Los compartimentos de retención 9 permiten atenuar la acumulación y la disminución del líquido durante unas oscilaciones y asegurar de ese modo una buena calidad de distribución del líquido.

La figura 5 ilustra una bandeja distribuidora según la invención en una posición inclinada. La bandeja distribuidora 2 incluye en cada lado (en la periferia) un compartimento de retención 9, siendo los compartimentos centrales unos compartimentos de distribución 8. Por comparación con la figura 3, la altura de la reserva de líquido varía menos, por tanto, las velocidades de salida del líquido U_{L1} y U_{L2} difieren poco. En consecuencia, la distribución es más homogénea que con la bandeja distribuidora según la técnica anterior.

Según un modo de realización de la invención, los medios para el paso del gas son unas chimeneas 4. Según una característica de la invención, las chimeneas pueden ser cilíndricas, cúbicas, paralelepipédicas, o de cualquier forma análoga. Además, el paso de las chimeneas sobre la bandeja puede ser un paso triangular o cuadrado.

Según un aspecto de la invención, los medios para el paso del líquido son unos orificios 5 que equipan la bandeja 2. Los orificios 5 pueden tener un paso triangular o cuadrado. Ventajosamente, la bandeja 2 incluye un número de orificios 5 superior al número de chimeneas 4. Además, los orificios 5 pueden ser del mismo tamaño o de tamaños diferentes.

Según el modo de realización de la invención ilustrado en la figura 4, los tabiques se reparten en dos series (o conjuntos) de tabiques. En cada serie, los tabiques son paralelos entre sí, separados regularmente en una longitud L_c, y secantes a los tabiques de la otra serie, que están separados regularmente en una longitud L_{c2}. De ese modo, los compartimentos de distribución 8 tienen sustancialmente una forma de paralelogramo, y según el ejemplo ilustrado de rectángulo. Ventajosamente, según este modo de realización, los tabiques 6 tienen una altura superior, inferior o sustancialmente igual a la altura de las chimeneas 4. Esta altura es suficiente para asegurar una buena calidad de distribución y además el volumen de la bandeja distribuidora según la invención continúa siendo idéntico al volumen de una bandeja distribuidora “clásica”. Cada compartimento de distribución 8 incluye una única chimenea 4. Según este modo de realización, se puede elegir una separación L_{c1} y L_{c2} sustancialmente igual a la distancia que separa dos chimeneas vecinas.

Ventajosamente, los compartimentos de retención 9 tienen una superficie inferior a la superficie de los compartimentos de distribución 8, con el fin de garantizar una superficie grande de distribución. La longitud L_{c3}, que corresponde a la longitud de los tabiques secantes en el borde de la bandeja, puede ser particularmente inferior a la longitud L_{c1} (véase la figura 6).

Es igualmente posible determinar la longitud L_{c1} y/o la longitud L_{c2}, en función de características de la bandeja deseadas: un índice de desequilibrio IQ (expresado en porcentaje), y un ángulo de inclinación máxima θ impuesto por las condiciones marinas. Para cuantificar la sensibilidad al medio marino de la bandeja, se define el índice de desequilibrio IQ de líquido como:

$$IQ(\%) = \frac{q_{L,máx} - q_{L,mín}}{q_{L,med}} \times 100 \qquad \text{(ecuación 1)}$$

Siendo: $q_{L,máx}$: el caudal de líquido máximo que sale de uno de los compartimentos del distribuidor. $q_{L,mín}$ es el caudal de líquido mínimo que sale de uno de los compartimentos del distribuidor. $q_{L,med}$ es el caudal medio que sale del distribuidor. Estos caudales son funciones de $U_{L1,2}$: la velocidad del líquido que sale de los orificios situados en los extremos de la bandeja distribuidora como se ha presentado en las figuras 3 (técnica anterior) y 5 (según la invención). Un valor reducido del índice de desequilibrio líquido indica una reducida sensibilidad de la distribución a los efectos del oleaje. A la inversa, un valor elevado de este índice IQ indica un gran desequilibrio de distribución.

Las distancias características L_{c1}, L_{c2} de la bandeja deben optimizarse de manera que se minimice el índice de desequilibrio. En función de las características de la bandeja y de las condiciones de funcionamiento (ángulo máximo de inclinación θ impuesto por el medio marino), es posible definir una longitud óptima de L_{c1} y L_{c2} con la combinación de las formulaciones siguientes:

$$\begin{cases} h_{máx} = ho + L_{C1,2}\tan\theta \\ h_{mín} = ho - L_{C1,2}\tan\theta \\ \Delta h = h_{máx} - h_{mín} = 2L_{C1,2}\tan\theta \\ U_{L1} \propto c_f\sqrt{2gh_{máx}} \\ U_{L2} \propto c_f\sqrt{2gh_{mín}} \end{cases}$$

con:

c_f:	el coeficiente de rozamiento en el orificio,
h_0:	altura en el equilibrio (θ = 0°) de la reserva de líquido en un compartimento del distribuidor,
$h_{máx}$:	la altura máxima de la reserva de líquido en un compartimento del distribuidor,
$h_{mín}$:	la altura mínima de la reserva de líquido en un compartimento del distribuidor,
U_{L1}, U_{L2}:	velocidad del líquido en el orificio, y
el signo $\propto$	significa proporcional a.

Es posible por tanto determinar las longitudes L_{c1}, L_{c2} en función de la geometría de la bandeja y unas condiciones marinas para respetar un índice de desequilibrio dado. Por ejemplo para tener un índice de desequilibrio IQ < 10 %, es necesario que $\Delta h \leq 50$ mm debido al hecho de que las longitudes L_{c1}, L_{c2} deben verificar la relación siguiente: $L_{c1,2} \leq \frac{50}{2\tan\theta}$ (mm).

Según un modo de realización de la invención, cada tabique 6 contiene una única perforación 7. Alternativamente y tal como se ha ilustrado en la figura 4, cada tabique 6 incluye dos perforaciones 7. Estas perforaciones permiten la circulación del fluido entre los compartimentos 8, 9, lo que asegura un buen reparto radial del líquido en la totalidad de la bandeja distribuidora. Las perforaciones 7 pueden ser circulares, oblongas, rectangulares, etc. Sin embargo, la superficie de las perforaciones 7 puede, preferentemente, seguir siendo reducida con relación a la superficie de los tabiques para que los tabiques 6 continúen jugando su papel principal: limitar la cantidad de fluido que se desliza sobre la bandeja, con el fin de garantizar una buena homogeneidad de la altura de líquido sobre la bandeja. Además, según este modo de realización, para impedir una circulación lineal del fluido y para asegurar una buena dispersión radial del líquido, las perforaciones 7 de dos paredes paralelas de un compartimento de distribución 8 no están alineadas (o coaxiales), es decir que una recta que pasa por los centros de las perforaciones de dos tabiques paralelos, no es paralela a uno de los tabiques del compartimento 8. Ventajosamente, las perforaciones 7 se colocan en la parte inferior de los tabiques 6, es decir en la proximidad de la bandeja distribuidora, para facilitar la circulación del líquido; las perforaciones 7 permanecen siempre situadas bajo la altura de la reserva de líquido.

El número de compartimentos (y en consecuencia el número de tabiques) puede depender del diámetro de la bandeja. Preferentemente, una bandeja de grandes dimensiones está más compartimentada que una bandeja de dimensiones más pequeñas.

Como variante del modo de realización preferido de la invención, se pueden modificar las características siguientes:

- los tabiques pueden formar unos compartimentos que incluyen respectivamente varias chimeneas para el paso del gas,
- los compartimentos tienen una forma triangular, para este modo de realización se pueden disponer tres series de tabiques, siendo paralelos entre sí los tabiques de la misma serie, y secantes a los tabiques de las otras series,
- los compartimentos tienen una forma hexagonal (por ejemplo, del tipo alveolo de colmena),
- las perforaciones de dos lados de cara a cara de un compartimento están alineadas,
- cada tabique incluye varias perforaciones.

Además, según una variante de realización ilustrada en la figura 7, la bandeja distribuidora 2 puede comprender un sistema de distribución secundario 10 de líquido. El sistema de distribución secundario 10 sobresale de la cara inferior de la bandeja y sirve para distribuir sobre el empaque el líquido procedente de los medios de paso del líquido. El sistema de distribución secundaria 10 mejora la calidad de distribución del líquido orientando la distribución del líquido sobre el empaque. Por ejemplo, el sistema de distribución secundario 10 puede dirigir el líquido hasta la periferia del empaque bajo los compartimentos de retención 9. En este caso, la altura de la reserva de líquido $H_{líq}$ corresponde a la altura del líquido por encima de la bandeja 2 sumada a la altura del sistema de distribución secundario 10. Tal como se ha ilustrado, el sistema de distribución secundario 10 puede comprender unos deflectores 12 que orientan la distribución del líquido. Alternativamente, el sistema de distribución secundario

puede comprender un conjunto de aspersores (conjunto de varios conductos dispuestos en paralelo y equipados con orificios), de las chimeneas que sobresalen sobre la parte inferior de la bandeja distribuidora, y/o un conjunto de conductos perforados dispuestos en paralelo bajo la bandeja distribuidora.

Además, según una variante de realización ilustrada en la figura 8, los medios de paso del líquido incluyen además de unos orificios 5, unas chimeneas de líquido 11 equipadas con al menos una perforación (o al menos una hilera de perforaciones), sobresaliendo las chimeneas de líquido 11 de la cara superior de dicha bandeja 2. Esta solución permite una buena flexibilidad de la bandeja distribuidora estando adaptada a los diferentes caudales. En efecto, cuando el caudal de líquido es reducido, la altura de reserva del líquido en el compartimento distribuidor 8 sobre la bandeja 2 (altura del líquido con relación al nivel de la bandeja) es reducido, solo los orificios 5 permiten al líquido atravesar la bandeja. Cuando el caudal de líquido es más elevado, según el modo de realización, la altura de reserva del líquido aumenta y los orificios radiales de las chimeneas de líquido 11 permiten al líquido atravesar la bandeja. La altura de las chimeneas para el paso de líquido 11 es ventajosamente inferior a la altura de las chimeneas para el paso de gas 4.

Alternativamente a la variante de realización de la figura 8, los medios de paso del líquido pueden incluir únicamente unas chimeneas de líquido 11, que pueden ser de alturas diferentes y/o que pueden incluir unas perforaciones a unas alturas diferentes, de manera que le devuelvan flexibilidad a la bandeja distribuidora.

Según un modo de realización, las dimensiones de la bandeja y de sus componentes verifican los intervalos siguientes:

- el paso P de las chimeneas 4 está comprendido entre 50 y 500 mm, preferentemente entre 100 y 300 mm,
- la bandeja de distribución 2 tiene una altura comprendida entre 100 y 2.000 mm, preferentemente entre 600 y 1.000 mm,
- el diámetro de la bandeja 2 está comprendido entre 300 y 10.000 mm,
- si la forma de los elementos 4 es cilíndrica, el diámetro d_c está comprendido entre 50 y 500 mm,
- la altura de las chimeneas 4 está comprendida entre 300 y 2.000 mm, preferentemente entre 400 y 700 mm,
- la distancia al borde mínimo de las chimeneas 4 está comprendida entre 50 y 400 mm, y preferentemente entre 100 y 200 mm,
- la altura de los tabiques 6 está comprendida entre 100 y 2.000 mm, preferentemente entre 700 y 1.000 mm,
- el diámetro d_{or} de las perforaciones 7 está comprendido entre 5 y 100 mm, preferentemente entre 30 y 50 mm,
- las distancias L_{c1} y L_{c2} de los compartimentos de distribución 8 están comprendidas entre 100 y 1.000 mm, y verifican preferentemente la relación siguiente $L_{ci} \leq \frac{50}{2\tan\theta}$ (mm) siendo i = 1 o 2, siendo θ el ángulo máximo de inclinación, y
- la distancia L_{c3} de los compartimentos de retención 9 está comprendida entre 40 y 200 mm.

Estas diferentes variantes de realización de la bandeja distribuidora según la invención pueden combinarse entre ellas, particularmente las variantes de realización de las figuras 7 y 8; por ejemplo, pueden unirse unas chimeneas 11 a unos deflectores 12.

La invención se refiere igualmente a una columna 1 de intercambio de materia y/o de calor entre dos fluidos, en la que dos fluidos se ponen en contacto por medio de un contactor gas/líquido 3, comprendiendo la columna 1 al menos una primera entrada de un fluido líquido, al menos una segunda entrada de un fluido gaseoso, al menos una primera salida de un fluido gaseoso y al menos una segunda salida de un fluido líquido. La columna 1 incluye además una bandeja distribuidora 2 tal como se ha descrito en el presente documento anteriormente, para permitir la distribución de los fluidos sobre el contactor 3.

La columna 1 es ventajosamente una columna de lavado con aminas, pero se adapta a cualquier tipo de disolventes.

De manera ventajosa, el contactor gas/líquido 3 es un lecho de empaque estructurado o en bruto.

Además, la invención se refiere a una barcaza flotante marina, particularmente del tipo FPSO o FLNG, particularmente para la producción y el tratamiento de hidrocarburos. La barcaza comprende una columna de intercambio de materia y/o de calor entre un gas y un líquido tal como se ha descrito en el presente documento anteriormente. La columna puede formar parte de una unidad de tratamiento de gas y/o de captura de CO_2 para limpiar unos gases producidos (o humos).

La columna según la invención puede utilizarse en unos procesos de tratamiento de gas, de captura de CO_2, de destilación o de transformación del aire.

Ejemplo comparativo

Para ilustrar las ventajas de la presente invención, se propone comparar los resultados obtenidos por la invención (modo de realización de la figura 4) con los obtenidos por una bandeja distribuidora según la técnica anterior tal como se describe en la Solicitud de Patente FR 2989595 A (US 2013/277868 A). En este marco, se utiliza un enfoque de tipo CFD (del inglés Computational Fluid Dynamics que puede traducirse por mecánica de fluidos digital) que consiste en estudiar los movimientos de un fluido por la resolución digital de las ecuaciones de conservación de la masa y balance de la cantidad de movimiento (ecuaciones de Navier-Stokes).

El enfoque digital utilizado es del tipo según la interfaz (VOF por Volume of Fluid: volumen de fluido) descrita en Hirt & Nichols, JCP 39, 201-225 (1981). Este método, bien conocido por el experto en la materia, se adapta correctamente para simular el cambio de topología de interfaz encontrado en el distribuidor sometido al movimiento del oleaje (desplazamiento, ratificación de la interfaz, formación del rompiente, etc.). La evolución de la circulación difásica se describe por las ecuaciones de conservación de la masa, de conservación de la cantidad de movimiento y por la ecuación de transporte de las relaciones de presencia.

Los cálculos se han realizado con el software comercial Fluent 14.5 ® (ANSYS, Estados Unidos).

Para el conjunto de los cálculos CFD de evaluación presentados a continuación, el ángulo asociado al movimiento de balanceo es de +/- 5° con un periodo de 15 s. Las propiedades de los fluidos son: ρ_L = 1.000 kg/m^3, μ_L = 1cp, ρ_G = 1,2 kg/m^3, μ_G = 0,018 cp. La altura de reserva de líquido sobre el distribuidor considerado es de 400 mm. Se tiene en cuenta en los cálculos una distancia al punto de rotación de la plataforma marina que 50 m. Esta distancia corresponde a los distribuidores situados en cabeza de columna, expuestos a las mayores aceleraciones. Finalmente, se suponen despreciables los efectos capilares.

Se recuerda que la eficacia de distribución del sistema propuesto se compara con la de una bandeja distribuidora según la técnica anterior en el caso en que la bandeja está sometida a los movimientos del oleaje. La sensibilidad al medio marino de la bandeja se cuantifica por el índice de desequilibrio definido por la ecuación (1).

Ejemplo 1: Propiedades de la bandeja según la técnica anterior

- Diámetro de la bandeja distribuidora: 4.000 mm
- Diámetro de las chimeneas de gas: 100 mm
- Altura de las chimeneas de gas: 600 mm
- Número de chimeneas: 120
- Longitud de los compartimentos L_{c1} x L_{c2}: 300 x 300 mm
- Abertura del tabique: aproximadamente 1 %
- Densidad de puntos de riego: 84 pt/m^2 (números de puntos de riego dividido por la superficie total de distribuidor)
- Tasa de riesgo: 100 m^3/m^2/h

Ejemplo 2: Propiedades de la bandeja según la invención (figura 4):

- Diámetro de la bandeja distribuidora: 4.000 mm
- Diámetro de las chimeneas de gas: 100 mm
- Altura de las chimeneas de gas: 600 mm
- Número de chimeneas: 120
- Longitud de los compartimentos L_{c1} x L_{c2}: 300 x 300 mm
- longitud de los compartimentos de retención L_{c3}: 100 mm
- Abertura del tabique: aproximadamente 1 %
- Densidad de puntos de riego: 84 pt/m^2
- Tasa de riesgo: 100 m^3/m^2/h

La figura 9 compara la evolución temporal del índice de desequilibrio IQ obtenido con las dos bandejas distribuidoras. Para la bandeja distribuidora según la técnica anterior FR 2989595 A (US 2013/277868 A), curva AA, el índice de desequilibrio medio para un periodo de oscilación de la bandeja es del 10 %. Con la bandeja distribuidora según la invención, curva INV, el rendimiento se mejora, en efecto el índice de desequilibrio medio es del 5,8 %. Este ejemplo muestra que el dispositivo según la invención permite mejorar la eficacia de distribución de la bandeja distribuidora en un medio flotante.

REIVINDICACIONES

1. Bandeja distribuidora para columna de intercambio (1) de calor y/o de materia entre un gas y un líquido que incluye al menos un tabique (6) que delimita unos compartimentos (8, 9) sobre la cara superior de dicha bandeja (2), incluyendo dicho tabique (6) unas perforaciones para permitir la circulación de una parte del líquido entre dichos compartimentos (8, 9), en la que dicha bandeja incluye al menos un compartimento de distribución (8) que comprende al menos un medio para el paso del líquido (5, 11) a través de dicha bandeja (2) y al menos un medio para el paso del gas (4) a través de dicha bandeja (2), caracterizada por que dicha bandeja incluye al menos un compartimento de retención (9) en la periferia de dicha bandeja (2) que no incluye ningún medio para el paso del líquido a través de dicha bandeja.

2. Bandeja según la reivindicación 1, en la que dicho compartimento de retención (9) no incluye ningún medio para el paso del gas a través de dicha bandeja.

3. Bandeja según una de las reivindicaciones precedentes, en la que cada compartimento en la periferia de dicha bandeja es un compartimento de retención (9).

4. Bandeja según una de las reivindicaciones precedentes, en la que dichos medios para el paso del gas son unos elementos de distribución de gas bajo la forma de chimenea (4) que sobresalen de la cara superior de dicha bandeja.

5. Bandeja según la reivindicación 4, en la que dicho tabique (6) tiene una altura superior o sustancialmente igual a la altura de dichas chimeneas (4).

6. Bandeja según una de las reivindicaciones precedentes, en la que las perforaciones (7) se disponen en la base de dicho tabique (6).

7. Bandeja según una de las reivindicaciones precedentes, en la que dicha bandeja incluye varios tabiques (6) secantes.

8. Bandeja según la reivindicación 7, en la que dichos tabiques (6) están compuestos por dos series de tabiques, siendo paralelos los tabiques (6) de cada serie entre sí y secantes a los tabiques (6) de la otra serie.

9. Bandeja según la reivindicación 8, en la que las perforaciones de dos tabiques (6) paralelos que delimitan un mismo compartimento (8, 9) no están alineadas.

10. Bandeja según una de las reivindicaciones precedentes, en la que las dimensiones L_{c1} y L_{c2} de dicho compartimento de distribución (8) están comprendidas entre 100 y 1.000 mm.

11. Bandeja según una de las reivindicaciones precedentes, en la que las dimensiones L_{c3} de dicho compartimento de retención (9) están comprendidas entre 40 y 200 mm.

12. Bandeja según una de las reivindicaciones precedentes, en la que los medios para el paso del líquido son unos orificios (5) y/o unas chimeneas (11) que sobresalen de la cara superior de dicha bandeja.

13. Bandeja según una de las reivindicaciones precedentes, en la que dicha bandeja incluye un sistema de distribución secundario (10) que sobresale de la cara inferior de dicha bandeja para repartir dicho líquido procedente de dichos medios para el paso del líquido (5, 11).

14. Bandeja según la reivindicación 13, en la que dicho sistema de distribución secundario (10) comprende unas chimeneas y/o unos deflectores (12).

15. Columna de intercambio de calor y/o de materia entre un gas y un líquido, en la que los dos fluidos se ponen en contacto por medio de un empaque (3), caracterizada por que dicha columna (1) incluye al menos una bandeja distribuidora (2) según una de las reivindicaciones precedentes para distribuir dichos fluidos sobre dicho empaque.

16. Barcaza flotante, particularmente para la recuperación de hidrocarburos, caracterizada por que comprende al menos una columna (1) según la reivindicación 15.

17. Utilización de una columna según la reivindicación 15 para un procedimiento de tratamiento de gas, de captura de CO_2, de destilación o de transformación de aire.

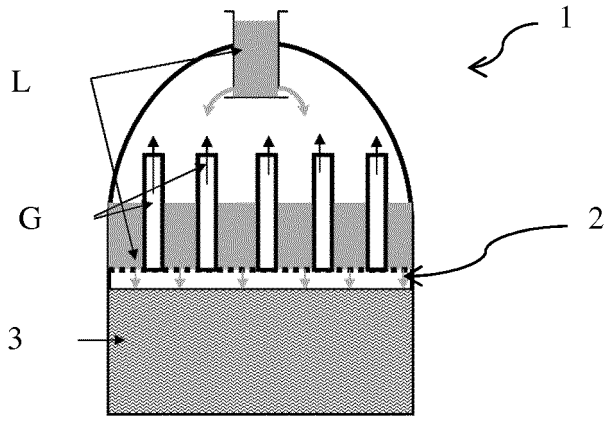
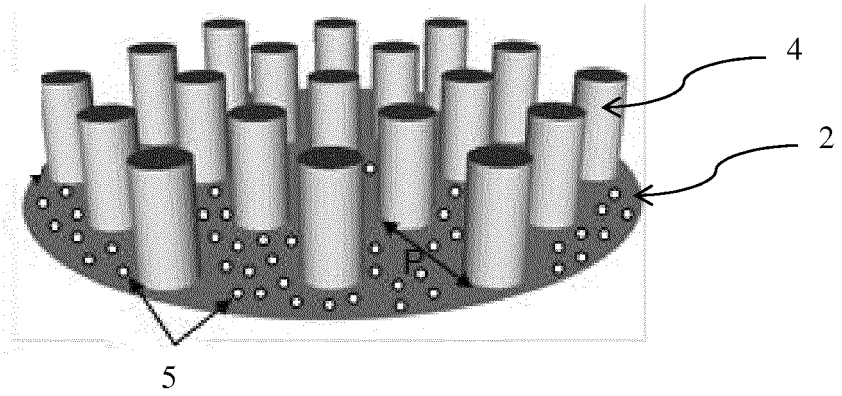
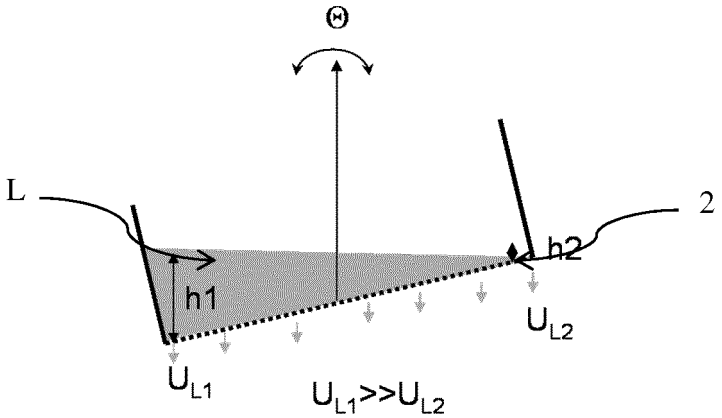


Figura 1



Técnica anterior
Figura 2



Técnica anterior
Figura 3

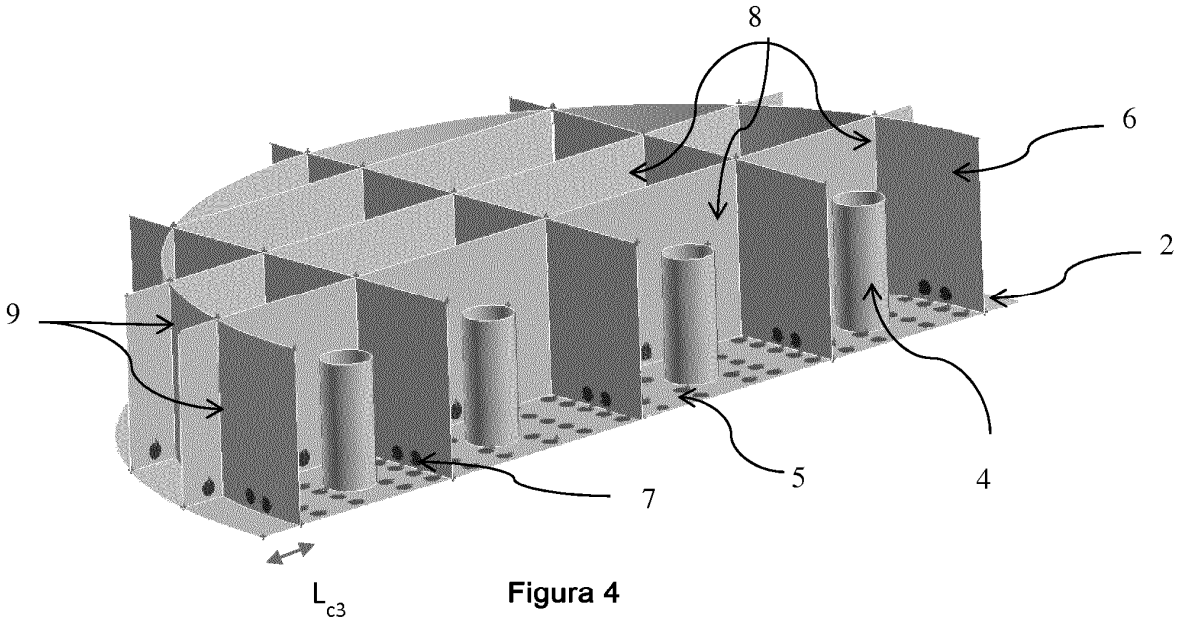


Figura 4

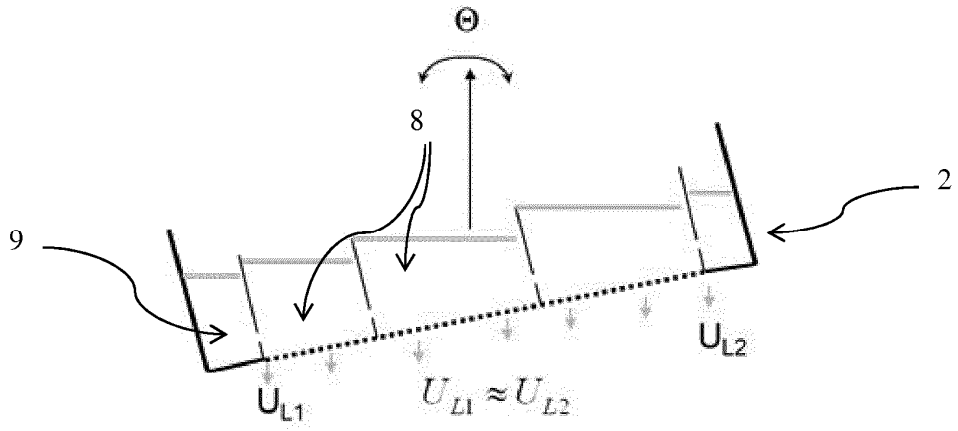


Figura 5

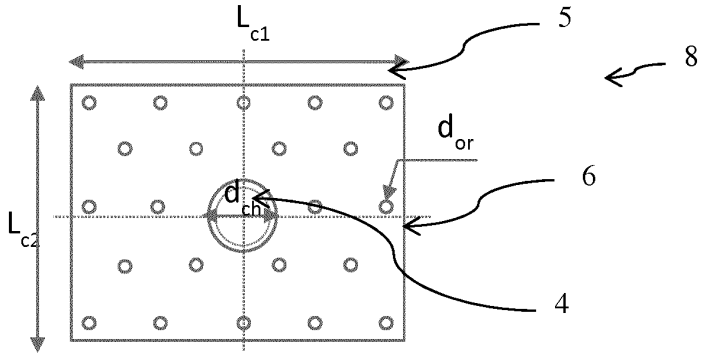


Figura 6

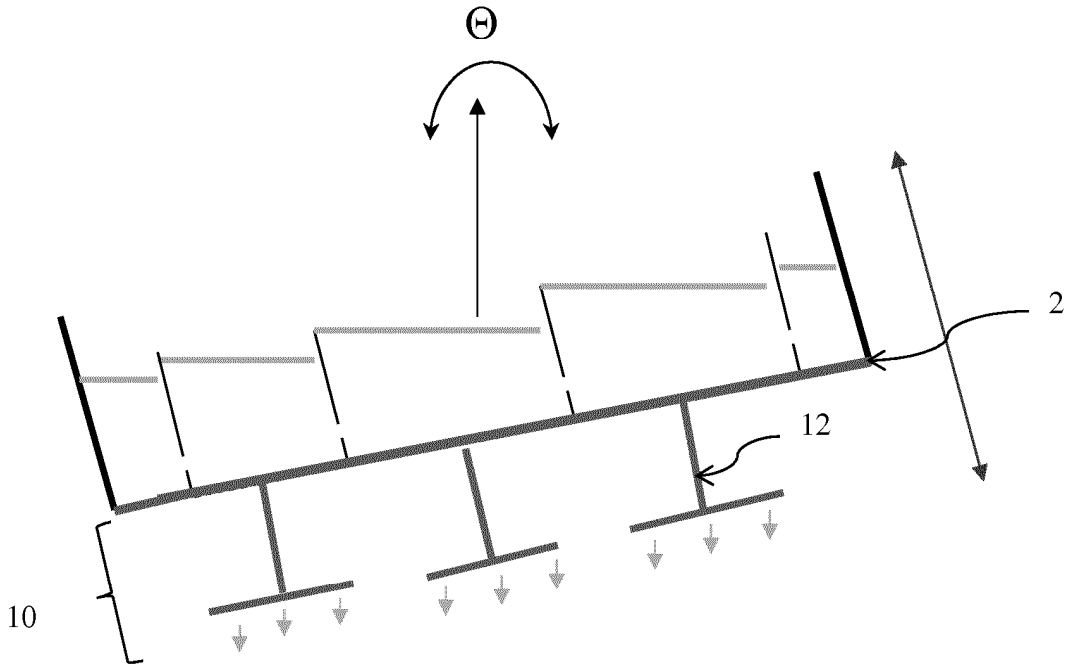


Figura 7

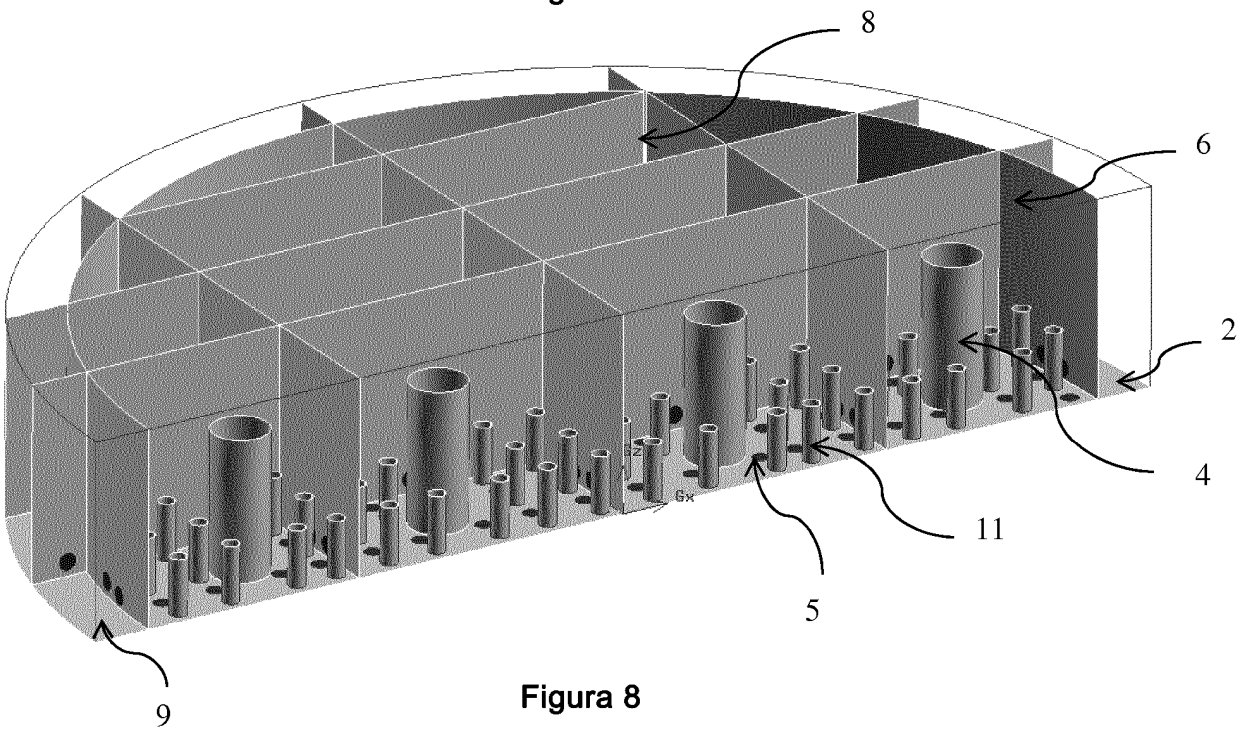


Figura 8

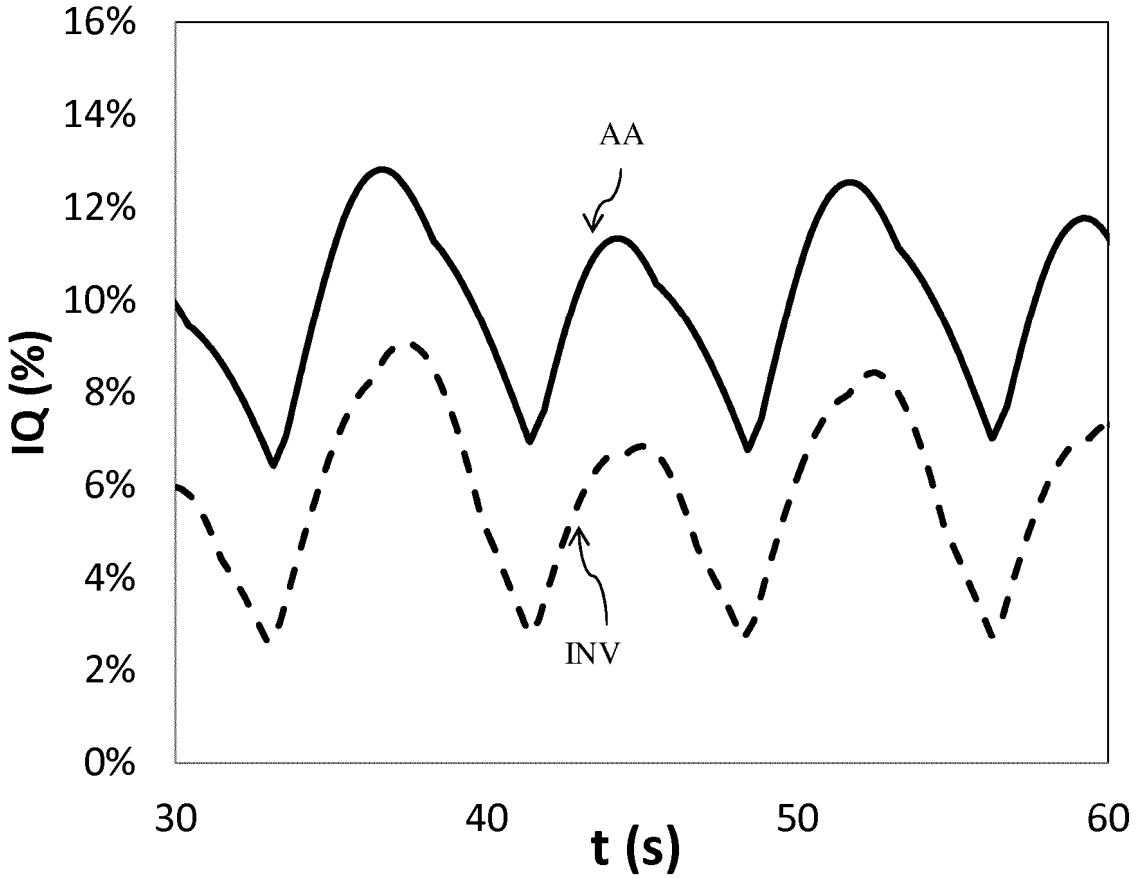


Figura 9