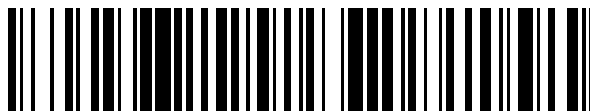


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 699**

21 Número de solicitud: 201830225

51 Int. Cl.:

C02F 1/04 (2006.01)

B01D 1/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

08.03.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.09.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

18.06.2020

Fecha de concesión:

10.07.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

17.07.2020

73 Titular/es:

**RIDAO GONZÁLEZ, Francisco Javier (100.0%)
C/ Ignacio Gómez Millán, 10 - 3º B
41010 SEVILLA (Sevilla) ES**

72 Inventor/es:

RIDAO GONZÁLEZ, Francisco Javier

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **INSTALACIÓN MODULAR PARA LA CONCENTRACIÓN DE EFLUENTES ACUOSOS MEDIANTE EVAPORACIÓN ATMOSFÉRICA**

57 Resumen:

Instalación modular para la concentración de efluentes acuosos mediante evaporación atmosférica. La presente invención se refiere a una instalación modular para la concentración de efluentes acuosos mediante evaporación atmosférica que comprende al menos un contenedor inferior con al menos un tanque de proceso para almacenar el efluente acuoso a tratar y al menos una bomba de recirculación del efluente acuoso desde el tanque de proceso a al menos un módulo evaporador que comprende un depósito de alimentación con un sistema adecuado para la distribución del efluente acuoso en el módulo evaporador, un relleno de intercambio y un sistema adecuado para la circulación de aire en sentido transversal al de circulación del efluente acuoso a través el relleno de intercambio, donde cada módulo evaporador comprende a su vez al menos una salida del efluente acuoso tras su paso por el relleno de intercambio, estando cada salida conectada al tanque de proceso a través de al menos un conducto de unión.

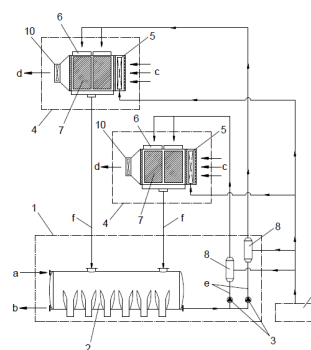


FIG. 5

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 724 699 B2

DESCRIPCIÓN

INSTALACIÓN MODULAR PARA LA CONCENTRACIÓN DE EFLUENTES ACUOSOS MEDIANTE EVAPORACIÓN ATMOSFÉRICA

5

Sector de la técnica

La presente invención, tal y como se expresa en el enunciado de esta memoria descriptiva, pertenece al campo de la industria química y más en particular se refiere a una instalación modular para la concentración de efluentes acuosos mediante evaporación atmosférica. Es asimismo objeto de la invención el proceso de concentración de los efluentes acuosos mediante evaporación atmosférica en la instalación reivindicada.

Antecedentes de la invención

15 Existe una amplia diversidad de industrias que, por uno u otro motivo, generan efluentes susceptibles de ser concentrados mediante la instalación reivindicada, bien directamente o como resultado de tratamientos previos de concentración (como, por ejemplo, procesos de ósmosis). Entre ellas se encuentran, por ejemplo, los centros de tratamiento de residuos sólidos urbanos y sus vertederos asociados, las plantas desaladoras de agua de mar, las instalaciones dedicadas a las perforaciones de gas y petróleo, plantas de la industria textil o alimentaria (elaboración de conservas de olivas, salazones, aceites, jamones o embutidos, entre otros ejemplos), las plantas de generación de energía o de curtido de pieles, así como todas aquellas que tratan elevados volúmenes de agua (descalcificación, desmineralización, ósmosis inversa, etc.).

25

Estos efluentes, aún al carecer en la mayoría de los casos de peligrosidad, deben ser correctamente gestionados, ya que su descarga no controlada puede causar un elevado impacto ambiental. Esta gestión no siempre es sencilla y la opción más idónea depende siempre de una larga lista de factores como son el caudal, la situación geográfica o composición del efluente (presencia o no de otros contaminantes), la disponibilidad de fuentes residuales de energía, etc.

30

La dificultad, por tanto, en la gestión de este tipo de residuos conlleva que su depuración sea poco viable mediante el empleo de tecnologías convencionales como la depuración físico-química o la depuración biológica.

35

En la actualidad, las instalaciones disponibles presentan los siguientes inconvenientes:

- en general, se trata de instalaciones fijas, con el consiguiente coste asociado a este tipo de instalaciones y su poca flexibilidad para adaptarse a la curva de generación de residuos;
 - 5 • por otra parte, la tecnología empleada en el relleno de intercambio es propia del diseño de torres de refrigeración, no estando desarrollada específicamente para la evaporación de salmueras y similares;
 - a su vez, una vez puesta en servicio una instalación para una determinada producción y disponibilidad de calor no es fácil ampliarla ni tampoco modificar o
 - 10 • implementar en la misma un sistema de aprovechamiento de calor;
 - finalmente, no son soluciones viables técnica y económicamente para producciones medio/bajas, lo que deja desasistidos sectores con una necesidad importante de soluciones de este tipo (aceituna de mesa, vertederos pequeños o medianos, etc.).
- 15 En este contexto, la presente invención ofrece solución al problema que existe en la actualidad respecto a la gestión de este tipo de residuos mediante el diseño de una instalación basada en la tecnología de deshidratación atmosférica.

Descripción de la invención

20 De este modo, es un primer objeto de la invención una instalación modular móvil para la concentración de efluentes acuosos mediante evaporación atmosférica, caracterizada por que comprende:

(a) al menos un módulo (o contenedor) localizado en la parte inferior de la instalación que comprende:

- 25 • al menos un tanque de proceso para el almacenamiento del efluente acuoso a tratar;
- al menos una bomba de recirculación del efluente acuoso desde el tanque de proceso a al menos un módulo evaporador;

(b) al menos un módulo (o equipo) evaporador que comprende:

- 30 • un depósito de alimentación del efluente proveniente del tanque de proceso. De manera preferente, dicho depósito de alimentación comprenderá un sistema adecuado para la distribución uniforme del efluente acuoso en el módulo evaporador, así como un rebosadero de seguridad. Preferentemente, el sistema adecuado para la distribución del
- 35 efluente acuoso será una placa distribuidora localizada en la parte inferior del depósito de alimentación. A lo largo de la placa distribuidora se situarán

una serie de orificios en una distribución preferentemente lineal. El espesor de la placa, así como el diámetro de los orificios y el espaciado de los mismos permitirá definir el caudal aportado al relleno de intercambio del módulo evaporador;

- 5
- un relleno de intercambio localizado en el módulo evaporador constituido por mallas de evaporación soportadas por una estructura compuesta preferentemente por dos marcos (uno superior fijo y otro inferior tensor) que conforman el entramado en el que se localiza la malla de relleno. Los perfiles del entramado podrán ser muy diversos, como por ejemplo

10 tubulares (macizos o huecos), ovalados, rectangulares (a modo de pletina), etc. A su vez, las mallas empleadas podrán ser de muy distintos materiales, siendo las plásticas las preferidas por las ventajas económicas que confieren. Independientemente del tipo de material empleado, las mallas seleccionadas tendrán la propiedad de distribuir lateralmente la corriente líquida a tratar. En el caso de emplear mallas plásticas, la

15 geometría preferente será romboidal;

 - de manera adicional el módulo evaporador comprenderá un sistema adecuado para la circulación del aire en sentido transversal a la circulación de la corriente de efluente a través del relleno de intercambio, siendo dicho sistema preferentemente un ventilador (que puede ser impulsor a la

20 entrada del módulo evaporador o de tiro inducido a su salida);

adicionalmente, cada equipo evaporador comprenderá al menos una salida del efluente acuoso tras su paso por el relleno de intercambio, estando cada salida conectada al tanque de proceso a través de al menos un conducto de unión. De

25 este modo, el efluente acuoso puede ser recirculado al módulo evaporador las veces que sea necesario hasta conseguir el valor de concentración de sólidos totales que se desee alcanzar (para poder determinarlo, el sistema podrá comprender los medios adecuados para la medición de la concentración de de dichos sólidos totales en el efluente acuoso).

30

En una realización particular de la invención la instalación podrá comprender hasta seis módulos evaporadores por cada contenedor inferior.

Adicionalmente, la instalación comprenderá las bombas necesarias para la impulsión de

35 las corrientes del sistema. A su vez, también comprenderá preferentemente las sondas, válvulas, sensores y, en general, los sistemas necesarios para el control del proceso.

En caso de que la instalación comprenda dos o más módulos evaporadores el contenedor inferior comprenderá asimismo al menos un sistema adecuado para la distribución de la corriente acuosa por los distintos módulos evaporadores de la instalación.

Adicionalmente, la instalación también podrá comprender al menos un intercambiador de calor para calentar el efluente acuoso a tratar. Como medio de calentamiento podrá emplearse agua caliente proveniente de un equipo generador de agua caliente (externo o no al sistema). El empleo de agua caliente será especialmente ventajoso para mejorar la capacidad de tratamiento de la instalación y su eficacia. De manera preferente, el agua caliente podrá provenir de un sistema de aprovechamiento de calor residual generado en otros procesos, de un proceso de cogeneración con motores de generación de electricidad, de calderas de biogás, biomasa, etc.

Asimismo, en realizaciones particulares de la invención el módulo evaporador comprenderá al menos un filtro y un sistema de calentamiento de aire localizado preferentemente a la entrada de cada módulo evaporador.

Por otra parte, el soporte de las mallas de evaporación comprenderá preferentemente un sistema de limpieza constituido por un conducto adecuado para la distribución de un líquido de limpieza a través de las mismas, el cual se podrá aditivar con productos adecuados para favorecer la operación de limpieza. La distribución del producto de limpieza se llevará a cabo, preferentemente, a presión, logrando una distribución homogénea y, por tanto, una limpieza eficaz de las mallas de evaporación.

De manera general, las principales ventajas de la instalación respecto a otros sistemas alternativos del estado de la técnica son las siguientes:

- en primer lugar, se trata de una instalación móvil, por lo que adicionalmente al consiguiente ahorro de costes, presenta una mayor flexibilidad a la hora de adaptarse a las necesidades particulares de tratamiento de los residuos generados;
- por otra parte, es escalable modularmente, por lo que se adapta sin dificultad a las necesidades particulares de producción;
- asimismo, se adapta a la disponibilidad de calor mediante el empleo de componentes opcionales para el intercambio de calor;
- a su vez, es susceptible de operar contra la curva de generación de residuos y/o

contra volúmenes de acumulación en períodos cortos, lo que permite dar solución al problema asociado al tratamiento de residuos sin la necesidad de que se invierta en una nueva instalación.

- 5 Es asimismo objeto de la invención el proceso para concentrar efluentes líquidos mediante la instalación que ha sido anteriormente descrita.

De manera particular, el proceso será especialmente adecuado para tratar efluentes acuosos de alta carga orgánica y/o salinidad. No obstante, al tratarse de un proceso evaporativo (físico), el efluente líquido a tratar no será limitante, de modo que el proceso
10 será adecuado para tratar todo tipo de efluentes líquidos, independientemente de la carga orgánica y/o salinidad que presenten. Así por ejemplo, el proceso será adecuado para tratar lixiviados de vertedero, salmueras de aderezo de aceituna o alpechines, entre otros muchos ejemplos (tal y como se ha descrito anteriormente). En ejemplos particulares
15 llevados a cabo con agua de mar se han llegado a alcanzar reducciones de volumen de hasta un 90% y en tratamientos de efluentes con carga orgánica (efluentes de fondo de columna de destilación por arrastre de vapor de la industria de los aromas) se han logrado reducciones de volumen de hasta un 75%. Así por ejemplo, partiendo de efluentes de 160.000 de DQO y 7% de sólidos totales se han alcanzado concentrados
20 con un DQO superior a 400.000 y sólidos totales por encima del 28%.

De este modo, el proceso podrá comprender las siguientes etapas:

- (a) alimentar el efluente acuoso a tratar al tanque de proceso ubicado en el contenedor inferior hasta que se alcance un determinado nivel (establecido previamente pero
25 no siendo limitante para el proceso), momento en el cual se bombea un caudal determinado del efluente hacia el módulo o los módulos evaporadores de la instalación;
- (b) a continuación, el efluente acuoso se distribuye mediante un sistema de distribución a través del equipo o equipos evaporadores localizados en los módulos evaporadores. Preferentemente, la distribución será a modo de “cascada”, de
30 manera uniforme y continua a lo largo de la superficie de las mallas que constituyen el relleno de intercambio del evaporador. Dado que las mallas están orientadas en el sentido longitudinal del evaporador, una vez éstas se humedecen en toda su superficie (lo que se ve favorecido por la gran tensión superficial que provoca la geometría de las mallas) se hace circular aire en sentido transversal,
35 preferentemente impulsado mediante un sistema impulsor como por ejemplo un

ventilador. El aire, a su paso por el relleno y dado el íntimo contacto con el efluente acuoso, se carga de humedad, saliendo saturado del equipo evaporador. La cantidad de humedad que el aire será capaz de retener será función de la temperatura y humedad a la que entre en el sistema. Por otra parte, el efluente acuoso a la salida del equipo evaporador se enviará al tanque de proceso, desde donde podrá ser recirculado para ser sometido de nuevo al proceso. En general, el proceso se repetirá las veces que sea necesario hasta alcanzar el nivel deseado de concentración de sólidos totales (sales y/o materia orgánica) en el efluente. Dicho nivel de concentración podrá detectarse por distintos medios, como por ejemplo por sondas de densidad (en el caso de la materia orgánica) o sondas de conductividad (en el caso de las sales). Una vez alcanzado el nivel deseado de concentración, el efluente acuoso se evacuará, pudiendo ser enviado a al menos un depósito de almacenamiento externo.

15 El hecho de que el sistema funcione por gravedad es una ventaja económica en cuanto a la reducción de los costes requeridos para la recirculación del efluente acuoso a tratar en el sistema, siendo dicha ventaja especialmente importante dado los elevados volúmenes de recirculación en el sistema.

20 En una realización particular en la que la instalación no disponga de un sistema adicional de aporte de calor, el equipo comenzará a operar una vez se consigan las condiciones ambientales mínimas para su funcionamiento. En general, cuanto mayor sea la temperatura del aire (para una determinada humedad absoluta "w" del mismo), mayor será su capacidad de absorción de humedad para un mismo caudal. Por ello, de manera preferente, el sistema comprenderá al menos un sistema para aumentar la temperatura del aire antes de su entrada al equipo evaporador. Hay que tener en cuenta que a medida que el aire absorbe humedad se va enfriando y, cuanto menor es su temperatura, menor es su capacidad de absorción de agua. De este modo, al introducir calor al sistema se trata de compensar el enfriamiento del aire que produce la evaporación al atravesar el relleno de intercambio del equipo evaporador, mejorando de este modo la eficacia del sistema.

35 En una realización particular en la que la instalación disponga de un sistema adicional de suministro de calor se establecerá una temperatura de consigna de la corriente de salida del aire del equipo evaporador en función de la potencia térmica disponible. De este modo, se llevará a cabo una distribución de la potencia térmica disponible de manera que

aumente la temperatura del aire de entrada a los equipos evaporadores hasta la temperatura de consigna (generalmente inferior a 50°C y, preferentemente, de aproximadamente 40°C). El resto de potencia térmica disponible podrá utilizarse para

5 Este calentamiento del efluente acuoso podrá llevarse a cabo en al menos un intercambiador de calor localizado preferentemente en el módulo (o contenedor) localizado en la parte inferior de la instalación.

10 En realizaciones particulares de la invención, en función del tipo de efluente acuoso a tratar el proceso podrá comprender adicionalmente una etapa posterior de tratamiento del aire húmedo previa a su emisión a la atmósfera.

15 Finalmente, es asimismo objeto de la invención el uso del sistema de distribución del efluente acuoso y el relleno de intercambio anteriormente descrito en torres de refrigeración.

Figuras

- 20 • La **Figura 1** muestra una realización particular de la placa distribuidora localizada en el equipo evaporador para la distribución del efluente acuoso alimentado a dicho equipo;
- La **Figura 2** muestra una realización particular de la estructura soporte del relleno de intercambio localizado en módulo evaporador constituido por dos marcos (uno superior y otro inferior) que conforman el entramado en el que se localiza la malla de relleno;
- 25 • La **Figura 3** muestra una realización particular de la malla de relleno empleada para la evaporación del efluente acuoso con la peculiaridad de permitir la distribución lateral de dicho efluente. En particular, en la realización que se muestra en dicha figura 3 la malla presenta una geometría romboidal;
- 30 • La **Figura 4** muestra una realización particular del sistema de limpieza empleado para la limpieza de las mallas. En particular, el propio marco superior de la estructura de soporte contribuye a la distribución del líquido de lavado a través de los conductos huecos que lo configuran, los cuales presentan una serie de orificios en su canto inferior para la distribución uniforme del líquido de lavado a través de las mallas de relleno;

- La **Figura 5** muestra una realización particular de la invención compuesta por un contenedor inferior y dos módulos evaporadores. El listado de referencias es el siguiente:

1. Contenedor inferior
- 5 2. Tanque de proceso
3. Bomba de recirculación
4. Módulo evaporador
5. Dispositivo o batería para el calentamiento de aire
6. Depósito de alimentación
- 10 7. Relleno de intercambio
8. Intercambiador de calor
9. Generador de agua caliente
10. Ventilador de tiro inducido

15 *Corrientes*

- a. Corriente de alimentación del efluente a tratar
- b. Descarga de corriente concentrado
- c. Entrada de corriente de aire
- d. Corriente de aire saturado
- 20 e. Recirculación del efluente acuoso (desde el tanque de proceso al módulo evaporador)
- f. Retorno del efluente acuoso (desde el módulo evaporador al tanque de proceso)

25 **Realización particular de la invención**

A continuación se describirá una realización preferida de la invención, en base a la representación que se muestra en la Figura 5.

Según se muestra en dicha Figura 5, la corriente de alimentación del efluente acuoso a
30 tratar (a) es alimentada al tanque de proceso (2) localizado en el contenedor inferior (1)
de la instalación, donde es almacenado. Desde allí, una vez comienza el proceso el
efluente acuoso es bombeado mediante dos corrientes independientes a través de las
bombas de recirculación (3) a los módulos evaporadores (4). Previa su introducción a los
módulos evaporadores (4), cada corriente del efluente acuoso a tratar atraviesa un
35 intercambiador de calor (8) donde es calentada hasta una temperatura preferentemente
inferior a 50°C y, en general, de aproximadamente 40°C. Para ello es posible emplear un

generador de agua caliente (9) externo al sistema o cualquier otro sistema adecuado para tal fin.

5 En particular, en la realización particular que se muestra en la Figura 5 la entrada de cada corriente de efluente acuoso a cada módulo evaporador (4) se lleva a cabo a través de un depósito de alimentación (6) localizado en la parte superior de cada módulo evaporador (4). De manera preferente, dicho depósito de alimentación (6) comprenderá un sistema adecuado para la distribución del efluente acuoso en el relleno de intercambio (7) de cada módulo evaporador (4). Dicho sistema de distribución puede consistir en una placa
10 distribuidora con una serie de orificios a través de los cuales el efluente acuoso se introduce y distribuye de manera uniforme en cada relleno de intercambio (7). El efluente acuoso atraviesa a continuación dicho relleno de intercambio (7), al tiempo que se hace circular una corriente de aire (c) en sentido transversal al de la circulación del efluente acuoso, tras su paso previo por el dispositivo para el calentamiento de aire (5). De este
15 modo, la corriente de salida de aire de cada módulo evaporador (4), en el extremo opuesto al de entrada, será una corriente de aire saturado (d), generalmente a una temperatura inferior a su temperatura a la entrada del módulo evaporador (4), salvo en las realizaciones en las que la temperatura del efluente acuoso alimentado al sistema permita compensar el enfriamiento del aire durante su paso a través del relleno de
20 intercambio (7).

Finalmente, el efluente acuoso tras su salida de cada uno de los módulos evapores (4) será introducido de nuevo en el tanque de proceso (2), desde donde podrá recircularse para ser sometida a nuevos procesos de evaporación hasta que se alcance la
25 concentración deseada del efluente finalmente descargado al exterior del sistema. Durante todo el proceso podrá alimentarse un determinado caudal de efluente fresco al tanque de proceso (2) en caso de considerarse necesario para compensar la pérdida de volumen durante el proceso de evaporación.

30 Mediante el proceso descrito se han llegado a alcanzar reducciones de volumen de entre un 70 y 95%, demostrando la eficacia del mismo.

REIVINDICACIONES

1. Una instalación modular para la concentración de efluentes acuosos mediante evaporación atmosférica, caracterizada por que comprende:
- 5 (a) al menos un contenedor inferior (1) que comprende:
- al menos un tanque de proceso (2) para almacenar el efluente acuoso a tratar;
 - al menos una bomba de recirculación (3) del efluente acuoso desde el tanque de proceso (2) a al menos un módulo evaporador (4);
- 10 (b) al menos un módulo evaporador (4) que comprende:
- un depósito de alimentación (6) del efluente acuoso proveniente del tanque de proceso (2) que comprende un sistema adecuado para la distribución del efluente acuoso en el módulo evaporador (4);
 - un relleno de intercambio (7), constituido por mallas de evaporación, localizado en la parte inferior del depósito de alimentación (6), en contacto con la atmósfera; y
 - un sistema adecuado para la circulación de aire en sentido transversal al de circulación del efluente acuso a través el relleno de intercambio (7);
- 15 y donde cada módulo evaporador (4) comprende a su vez al menos una salida del efluente acuoso tras su paso por el relleno de intercambio (7), estando cada salida conectada al tanque de proceso (2) a través de al menos un conducto de unión.
- 20
2. Instalación de acuerdo a la reivindicación 1, donde dicho depósito de alimentación (6) comprende a su vez un rebosadero de seguridad.
- 25
3. Instalación de acuerdo a la reivindicación 1 o 2, donde el relleno de intercambio (7) está constituido por mallas plásticas de geometría romboidal.
4. Instalación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende seis módulos evaporadores.
- 30
5. Instalación de acuerdo una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende adicionalmente al menos un intercambiador de calor (8) adecuado para calentar el efluente acuoso a tratar previa a su introducción en el módulo evaporador (4).
- 35

6. Instalación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende adicionalmente al menos dispositivo para el calentamiento de aire a la entrada de cada módulo evaporador (4).

5

7. Instalación de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cada módulo evaporador (4) comprende un sistema de limpieza del relleno de intercambio (7) constituido por un conducto adecuado para la distribución de un líquido de limpieza a lo largo de dicho relleno de intercambio (7).

10

8. Proceso para la concentración de efluentes acuosos mediante evaporación atmosférica en una instalación según ha sido descrita en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 caracterizada por que comprende:

15

(a) alimentar el efluente acuoso a tratar al tanque de proceso (2) ubicado en el contenedor inferior (1);

(b) bombear el efluente acuoso a tratar desde el tanque de proceso (2) hasta al menos un módulo evaporador (4) siendo introducido en al menos un relleno de intercambio (7) mediante un sistema de distribución;

20

(c) a continuación, el efluente acuoso es conducido a lo largo del relleno de intercambio (7) localizado en cada módulo evaporador (4), al mismo tiempo que una corriente de aire se hace circular en sentido transversal, impulsado mediante un sistema impulsor, de modo que a su paso por dicho relleno de intercambio (7) la corriente de aire se carga de humedad, saliendo saturado del módulo evaporador (4);

25

(d) finalmente, el efluente acuoso a la salida del módulo evaporador (4) es enviada al tanque de proceso (2) desde donde es evacuada o recirculada de nuevo al módulo evaporador (4).

30

9. Proceso de acuerdo a la reivindicación 8, donde el efluente acuoso es calentado hasta una temperatura inferior a 50°C, previa a su introducción en el módulo evaporador (4).

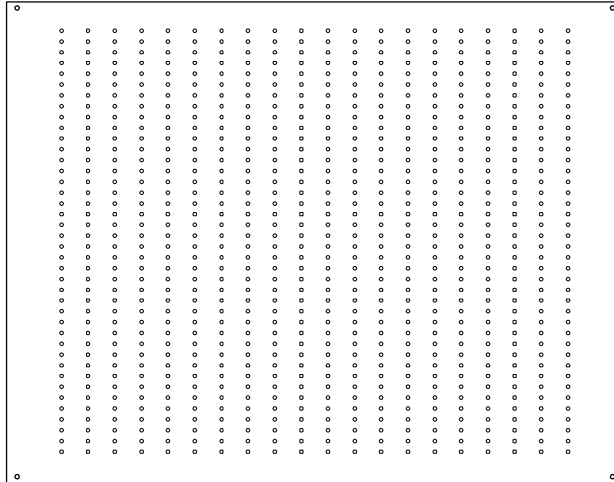


FIG. 1

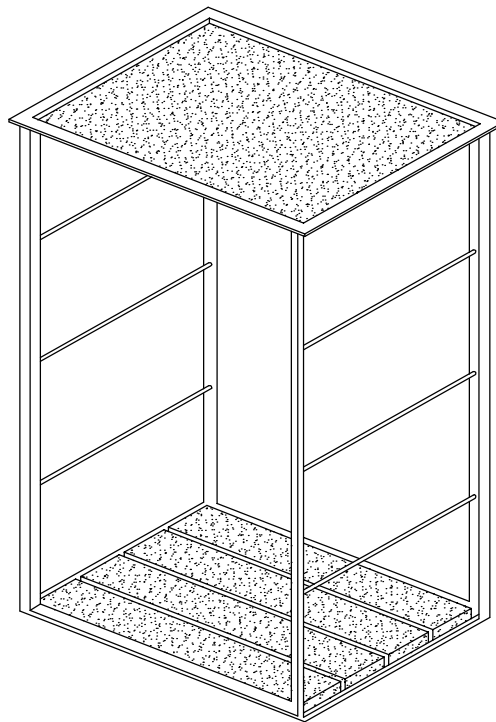


FIG. 2

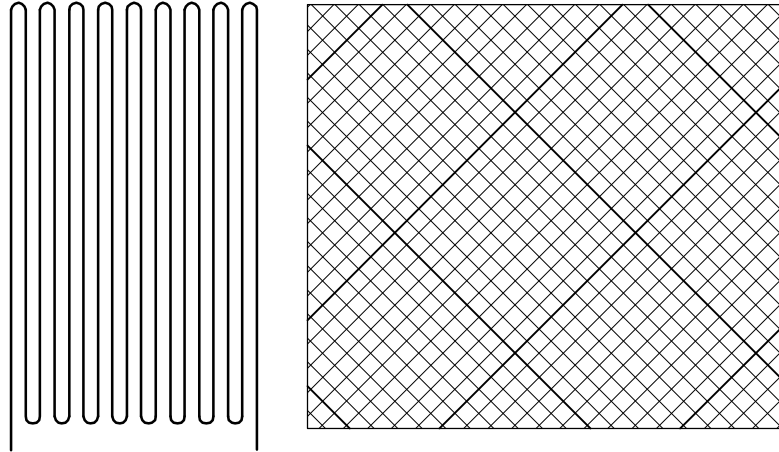


FIG. 3

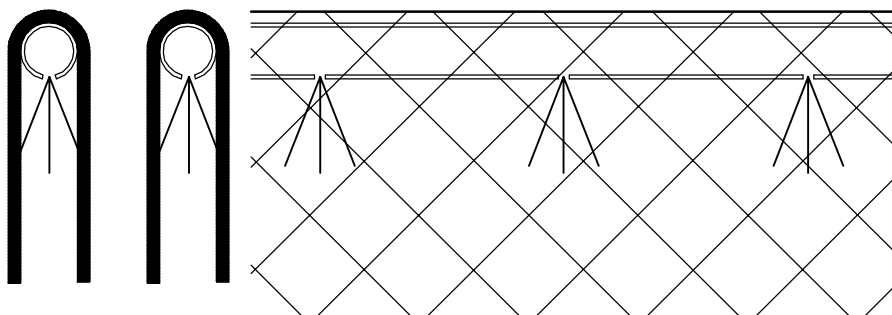


FIG. 4

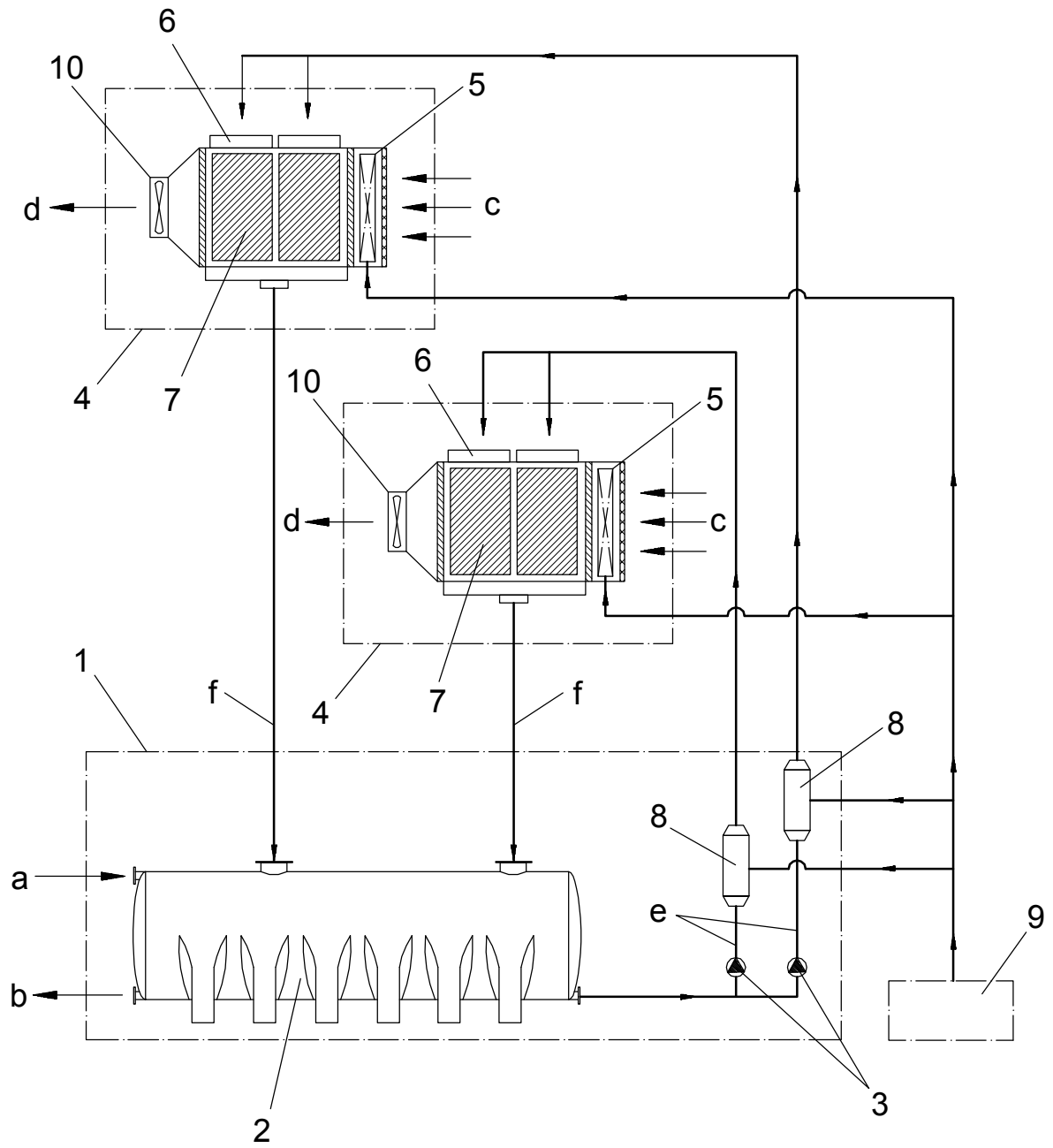


FIG. 5