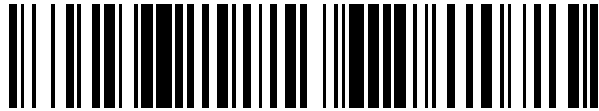


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 414 755**

21 Número de solicitud: 201200051

51 Int. Cl.:

**C02F 1/04** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**20.01.2012**

30 Prioridad:

**20.01.2012 ES 18**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**22.07.2013**

71 Solicitantes:

**SISTEMAS AVANZADOS DE DEPURACIÓN S.L.  
(100.0%)**

**C/ Plaza Tubilla Nº. 8, 2º-B  
28034 Madrid ES**

72 Inventor/es:

**BOLLAIN SANCHEZ, Jose Arturo**

74 Agente/Representante:

**HERNANDEZ ALLICA, Javier**

54 Título: **DISPOSITIVO DE EVAPORACION Y CONDENSACION ATMOSFERICA DE MEDIOS ACUOSOS PARA SISTEMAS AVANZADOS DE DEPURACION**

57 Resumen:

Dispositivo de evaporación y condensación atmosférica de medios acuosos para sistemas avanzados de depuración que comprende un conjunto de intercambiadores (8) constituidos por cámaras (17) tubulares, por cuyo interior circula un líquido portador de calor, y que sirven de superficie de intercambio de calor entre el aire en circulación, un líquido que moja la superficie externa de las cámaras (17) y el vapor de agua generado. En la fase de evaporación, el agua caliente del interior de las cámaras (17) de un primer intercambiador cede calor al agua contaminada que moja dichas cámaras por el exterior, por lo que se evapora y se mezcla con el aire que circula alrededor de las cámaras (17). En la fase de condensación, la corriente de aire cargada de vapor se hace pasar alrededor de las cámaras (17) de un segundo intercambiador (8) por cuyo interior circula agua fría, de forma que se condensa sobre la superficie de las cámaras (17).

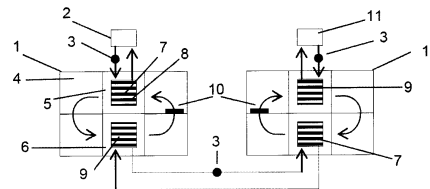


FIG.1

**DESCRIPCIÓN**

**Dispositivo de evaporación y condensación atmosférica de medios acuosos para sistemas avanzados de depuración**

**Objeto de la invención**

5           La presente invención se refiere a un dispositivo que mediante evaporación y posterior condensación atmosférica de un medio acuoso permite la depuración de líquidos contaminados o la potabilización de aguas salinas.

**Sector de la técnica**

10           La presente invención se enmarca dentro del sector técnico de procesos de depuración de líquidos, y más concretamente dentro del sector de depuración por evaporación seguida de condensación.

**Estado de la técnica**

15           El propio inventor es titular de las patentes de invención españolas con números de solicitud 9300242, 200000436 y 200200679, en las que se describen dispositivos para la evaporación y condensación atmosférica de medios acuosos. Estos dispositivos se caracterizan por estar provistos de un  
20           panal de evaporación con un conjunto de conductos de rejilla plástica de gran capacidad de retención de agua. Estos conductos de sección preferentemente triangular permiten el paso de aire por su interior para que se produzca el contacto entre el líquido a depurar, el vapor de agua y el aire circulante.

          En la patente de invención española con número de solicitud 9300242 se describen los panales de evaporación y los panales separadores de gotas  
25           similares a los de evaporación, con la finalidad específica de drenar las gotas arrastradas mediante un quiebro en la trayectoria del mismo. Asimismo, se describen los panales de condensación, que son similares a los anteriores, excepto que llevan integrados por soldadura, unos tubos por los que circula agua fría y sobre los que se condensa y drena el vapor de agua contenido en el  
30           aire saturado caliente. Los panales de evaporación son regados por uno o varios aspersores de baja presión y amplio paso, y el dispositivo incorpora un grupo frigorífico para la transferencia de la energía de condensación del vapor de agua para producir la evaporación del agua contaminada.

Así pues, en el lado de evaporación la masa de agua contaminada es calentada en el condensador de un grupo que trabaja con gas frigorífico, y pasa a ser rociada sobre el medio evaporador, de rejilla y de gran superficie de contacto, evaporándose parcialmente en la corriente de atmósfera que lo  
5 contacta, mientras que en el lado de condensación la atmósfera saturada caliente cede parte de su contenido de vapor al ponerse en contacto con la masa de agua depurada rociada sobre un segundo medio plástico, más complejo que el anterior, que lleva integrados los citados tubos por lo que circula un fluido que se enfría en el evaporador del grupo frigorífico,  
10 manteniéndose así fría la masa de agua depurada en circulación.

El propio inventor también es titular de la patente de invención española con número de solicitud P200000436 en la que se describe un nuevo dispositivo para la evaporación y condensación atmosférica de medios acuosos que perfecciona sustancialmente la funcionalidad del dispositivo objeto de la  
15 patente citada más arriba, en base a que en el lado de evaporación la energía no se transfiere al agua contaminada, sino a la atmósfera en circulación mediante un intercambiador convencional de tubos aleteados por el que se hace circular agua calentada, de manera que la atmósfera calentada contacta con el agua contaminada en el panel evaporador y absorbe vapor. Además, en  
20 el lado de condensación el agua depurada se mantiene fría haciéndola pasar por el interior de unos tubos aleteados de un segundo intercambiador, por cuyo exterior se hace pasar aire atmosférico ambiente, de manera que la atmósfera interna caliente contacta con el agua depurada fría en el medio de condensación, provocando la condensación del contenido de vapor existente  
25 en la misma.

La patente de invención española con número de solicitud P200200679 perfecciona de forma sustancial la funcionalidad de los dispositivos citados anteriormente en base a que la energía aportada, ya sea por una fuente térmica o mediante un compresor frigorífico, es transmitida a una corriente de  
30 aire en circulación mediante un intercambiador de tubos aleteados en el que tiene lugar la condensación de un fluido frigorífico a temperatura lo suficientemente alta para calentar la corriente de aire de forma que, al entrar en contacto con el agua contaminada o salina en el medio evaporador, absorbe vapor.

Los dispositivos citados presentan problemas técnicos tales como la baja efectividad de evaporación y dificultad de operación para la depuración de líquidos sucios, agresivos o con sustancias adhesivas, debido a la dificultad de limpieza de los panales de rejilla plástica que los caracteriza.

5

### **Descripción de la invención**

El nuevo dispositivo que la invención propone perfecciona de forma sustancial la funcionalidad de los dispositivos citados en el apartado anterior en base a un novedoso sistema de cámaras que sirven de soporte de contacto  
10 entre el líquido, el vapor de agua y el aire para los procesos de evaporación y condensación. Varias de estas cámaras, que en la forma de realización más preferente serán tubos de acero inoxidable, verticales y de sección recta rectangular dispuestos en número par y paralelos, unidas en sus extremos superior e inferior por un tubo distribuidor de líquido, conforman lo que se  
15 denomina un intercambiador. Cada dispositivo objeto de la presente invención dispone varios intercambiadores de cámaras convenientemente alineados y separados para que entre ellos se dispongan unos sistemas de mojado de las cámaras. El conjunto de intercambiadores de cámaras y medios de riego del líquido conforman un bloque de contacto. Las cámaras de cada intercambiador  
20 permiten el paso por su interior de líquido que puede ser portador de calor, y están separadas para permitir el paso de una corriente de aire en circulación. Dichas cámaras son mojadas en su exterior con una proyección de líquido contaminado, para evaporar, o limpio, para condensar, que se extiende por gravedad hasta su base.

25 Así, puede observarse que un bloque de contacto de evaporación, junto con los medios hidráulicos y eléctricos necesarios para alimentar el líquido portador de calor desde una fuente de calor al interior de las cámaras y devolverlo a dicha fuente, y un bloque de contacto de condensación, junto con los medios hidráulicos y eléctricos necesarios para alimentar el líquido portador  
30 de calor desde un foco frío y devolverlo, junto con los circuitos de alimentación de líquido al exterior de las cámaras con sus medios hidráulicos y eléctricos, y un ventilador que hace circular la corriente de aire entre las cámaras que intercambia calor y vapor de agua, conforman en su conjunto un módulo de evaporación y condensación. Dicho módulo, denominado módulo EC, será la

unidad básica del dispositivo objeto de la presente invención y normalmente se construye en una estructura metálica cerrada por paneles herméticos. Cada módulo puede incorporar elementos auxiliares como sistemas de limpieza de las cámaras por aspersion de agua caliente, medios de limpieza mecánica, 5 separadores de gotas, sistemas de recolección de sólidos, depósitos de trasiego del líquido de proceso en depuración, líquido de mojado, líquido de limpieza, etc. También es posible aprovechar el calor cedido al líquido interior en las cámaras de los intercambiadores de un bloque de condensación para conducirlo a las cámaras de evaporación de un segundo módulo de 10 evaporación condensación que actuara en lugar del foco frío para repetir el proceso de evaporación y condensación a una temperatura más baja.

Por tanto, una característica esencial del invento se centra en que se elimina la rejilla de material plástico en láminas triangulares que caracteriza los 15 dispositivos evaporadores convencionales. Básicamente, los intercambiadores de cámaras tubulares facilitan los procesos de interacción entre el vapor de agua contenido en el aire y el líquido que moja las cámaras, que puede producirse a presión normal y a bajas temperaturas porque el vapor se encuentra a presión de vacío en su mezcla con el aire en los intercambiadores de evaporación y en sobrepresión en los intercambiadores de condensación, 20 conservándose en la mezcla a la presión atmosférica normal. El proceso termodinámico en el nuevo dispositivo resulta de una gran eficacia por el hecho de que la transferencia térmica de calor entre el líquido y el aire se realiza en forma de calor latente, lo que redundará en que la cantidad de aire involucrada en el proceso sea muy inferior a la que se requeriría si la transferencia se realizara en forma de calor sensible. De esta forma se consigue un efecto 25 técnico muy ventajoso en términos de eficiencia del dispositivo. En este sentido, el nuevo dispositivo de evaporación condensación funciona en régimen atmosférico en una estructura cerrada por paneles en la que el aire circula caliente y saturado de vapor de agua.

30 El proceso de depuración de líquidos mediante el dispositivo objeto de la presente invención comprende dos fases, una fase de evaporación y una fase de condensación. En la fase de evaporación, el líquido contaminado es proyectado sobre las cámaras de los intercambiadores de un bloque de contacto de evaporación por cuyo interior se hace circular un líquido portador

de calor, que habitualmente es agua caliente, de manera que cede calor directamente al líquido contaminado que se extiende por gravedad mojando los tubos hasta la base. Una porción de dicho líquido contaminado pasa a estado vapor a la vez que un gas, que habitualmente es aire que se hace circular por la superficie externa de las cámaras, incorpora el vapor de agua del medio líquido contaminado y el calor latente de evaporación. En consecuencia, el medio líquido contaminado se concentra, permaneciendo retenidas en él las sustancias contaminantes. En la fase de condensación, la corriente de aire caliente cargada de vapor se hace pasar alrededor de las cámaras de los intercambiadores de un bloque de contacto de condensación por cuyo interior circula una corriente de agua fría. Dichas cámaras pueden ser mojadas con agua limpia, de forma que el vapor contenido en la corriente de aire que procede de la primera fase se condensa sobre el agua limpia aumentando el caudal y el calor del agua limpia. En su recorrido por las cámaras, el agua limpia cede calor al agua del interior de las cámaras del bloque de condensación. En ausencia de agua de mojado sobre las cámaras, la condensación del vapor contenido en el aire se produce directamente sobre la superficie de las cámaras, cediéndose igualmente el calor al agua interior de las cámaras. Puede observarse que en el proceso, el calor latente ganado por el aire en el bloque de evaporación es el mismo que el calor cedido en el bloque de condensación, y que, en definitiva, la depuración consiste en transferir agua en forma de vapor de un líquido contaminado a una corriente de agua limpia.

El líquido portador de calor del interior de las cámaras de los intercambiadores del bloque de evaporación vuelve a la fuente de calor mientras que el líquido del interior de las cámaras de condensación vuelve al foco frío. Si la diferencia térmica entre la fuente y el sumidero de calor es suficientemente grande, el dispositivo objeto de la presente invención permite repetir el proceso en varias etapas de dos fases de evaporación-condensación, de forma que el primer módulo de la cadena utiliza como sumidero la fase de evaporación del segundo módulo. Partiendo de una temperatura de la fuente de calor en el rango de 90°C y disponiendo de un sumidero de calor a temperatura ambiente en el rango de 15°C, si el diferencial de temperaturas entre la fuente y el sumidero de cada una está en el orden de 25°C, pueden

encadenarse 3 módulos EC, funcionando el primer módulo entre 90°C y 65°C, el segundo entre 65°C y 40°C, y el tercero entre 40°C y 15°C. De esta forma, la capacidad de tratamiento de la energía térmica aportada al primer módulo EC de la cadena resulta triplicada. Entre las fuentes de calor que típicamente pueden ser aprovechadas para encadenar varios módulos EC se encuentran, entre otros, motores de cogeneración, chimeneas, calor de calderas para aprovechamiento de biogás, grupos frigoríficos, etc. La necesidad de dos focos de calor es característica de múltiples procedimientos industriales de evaporación-condensación aplicados a diversos líquidos, procesos en los que, en términos generales, hay que mantener un vacío en la fase de evaporación y una sobrepresión en la fase de condensación. En el dispositivo objeto de la presente invención es característico el mantener mezclados el aire y los vapores del líquido en proceso, lo que permite que, manteniendo la mezcla a presión ambiente, la presión parcial del vapor sea equivalente a la del vacío de los procedimientos tradicionales. En una realización peculiar del dispositivo objeto de la presente invención, es posible disponer de un módulo de evaporación únicamente, en el que se hace circular aire atmosférico por el intercambiador de cámaras sobre el que se proyecta el líquido a depurar. En esta realización, se obtendría una reducción de volumen del líquido, que quedaría concentrado, mientras que el vapor de agua extraído se perdería.

En general, el dispositivo objeto de la presente invención comprende, además de los intercambiadores de cámaras, tubos distribuidores del agua de proceso, boquillas y accesorios para la aspersion o rociado del líquido contaminado, inyectores de agua a presión, ventiladores, bombas, latiguillos, escobillas, tuberías, válvulas de paso, separadores de gotas, una estructura con paneles de cerramiento, medios eléctricos y un autómata que controla el funcionamiento del dispositivo. De forma más concreta, cada intercambiador está constituido por varias cámaras verticales de sección recta rectangular que se sueldan por su extremo superior a un tubo horizontal con la misma sección rectangular. En una realización preferente de la presente invención, las cámaras y distribuidores que componen el intercambiador son tubos de acero inoxidable, y en una realización aún más preferente son tubos de acero inoxidable de 1,5 milímetros de grosor. El tubo horizontal al que se sueldan las cámaras del intercambiador hace la función de distribuidor, y a tal efecto se han

practicado en su cara inferior taladros de dimensión adecuada que están centrados en la embocadura de cada cámara y que establecen la comunicación entre cámara y distribuidor. Los dos extremos del distribuidor superior están cerrados y en su proximidad, en la cara superior, un taladro de dimensión adecuada y un manguito roscado permiten, por medio de un latiguillo, habilitar la entrada de la corriente del líquido portador de calor, que normalmente será agua, desde el colector de entrada al distribuidor. Circulando por el distribuidor, el líquido va entrando en cada cámara por el agujero que le corresponde. La circulación prosigue a lo largo de las cámaras verticales hasta sus extremos inferiores que, al igual que en los superiores, conectan con un segundo tubo distribuidor inferior que tiene los correspondientes agujeros de comunicación en su cara superior. El número de cámaras de cada intercambiador es par, y un colector superior con un tabique en su centro que hace que todo el agua pase a la mitad de las cámaras y se dirija al distribuidor inferior. Este colector inferior es continuo, de forma que toda la corriente de líquido queda conducida hacia arriba por la segunda mitad de cámaras. Finalmente el líquido circula por la segunda mitad del distribuidor superior, abandonando el dispositivo intercambiador por un manguito roscado y el correspondiente latiguillo, similares a los de entrada. Con un número suficiente de cámaras se pueden hacer otros arreglos del circuito con un cuarto de cámaras con corriente en descenso y el otro cuarto en ascenso, proporcionando así un recorrido en zigzag, lo que permite ajustar a conveniencia la cantidad de caudal que circula por las cámaras.

El distribuidor superior se extiende por cada extremo más allá del manguito roscado de conexionado, y estos extremos libres se utilizan para colgar el intercambiador en soportes dispuestos a tal fin. Habitualmente se instalan agrupados varios intercambiadores, componiendo un bloque de contacto. Según la descripción anterior, el intercambiador tiene una configuración plana, de forma que el conjunto de intercambiadores que configura cada bloque intercambiador queda instalado en la misma forma que las carpetas en un archivador. Esta disposición permite el montaje y desmontaje individualizado de cada una de las cámaras y cada intercambiador que componen el bloque de contacto, lo que redundará en un mantenimiento sencillo y eficaz. El mojado de las superficies exteriores de las cámaras de los

intercambiadores se realiza mediante un conjunto de boquillas de aspersión situadas en tuberías horizontales dispuestas en la parte alta del bloque de contacto. Al efecto, los intercambiadores que lo componen se distancian entre sí convenientemente para habilitar espacio para las mismas. El líquido proyectado preferentemente sobre la parte superior de las cámaras discurre a lo largo de todas ellas deslizando por gravedad y mojando la totalidad de las superficies. En los intercambiadores que funcionan en la fase de evaporación, el dispositivo de control del proceso correspondiente establece un protocolo por el que, cada cierto tiempo, se hace circular agua caliente por la instalación hidráulica de distribución del líquido en proceso, para realizar un lavado y mantener así un estado de limpieza de la superficie exterior de las cámaras que garantice la adecuada respuesta de intercambio térmico de la instalación. Como sistema adicional de limpieza, aplicable en los casos en que el líquido en proceso sea especialmente severo en materia de posibilidad de ensuciamiento, se instala una línea de inyectores de agua a alta presión que, al igual que las boquillas de mojado, se sitúan en el espacio entre cámaras del bloque de contacto, en un colector soporte que se acomoda en sendas columnas guía mediante dos anillos holgados de teflón. La salida de agua a alta velocidad con componente vertical desde los inyectores hacia abajo produce la fuerza que genera el desplazamiento de subida y barrido del sistema. Alternativamente, para casos en que el líquido es aún más severo en materia de ensuciamiento, se instala una línea de limpieza mecánica en el espacio entre cámaras del bloque de contacto en una barra soporte que se acomoda en sendas columnas guía mediante dos anillos holgados de teflón. En una realización preferente, dicha línea mecánica incorpora escobillas que barren la superficie de los intercambiadores al desplazarse la barra soporte accionada por medios eléctricos. En una realización aún más preferente, la línea mecánica incorpora a la vez escobillas e inyectores de agua a alta presión. En último caso, la disposición de los intercambiadores a modo de carpetas de un archivador permite sacar cualquier intercambiador del bloque de contacto correspondiente para su lavado en el exterior de la estructura del dispositivo, para lo que solo es necesario desmontar un panel de cerramiento y los latiguillos de entrada y salida del líquido. Así se elimina un problema característico de los dispositivos

evaporadores convencionales como es el ensuciamiento de los panales de rejilla, cuya limpieza constituye una importante limitación en su efectividad.

### Descripción de los dibujos

5 Para mayor comprensión de lo hasta aquí expuesto, se acompaña a la presente memoria descriptiva con un juego de dibujos en los que se muestra el objeto de la invención, sin que deba entenderse que la representación gráfica aludida constituya una limitación de las características peculiares de esta solicitud.

10 **Figura 1:** Vista esquemática de un dispositivo de depuración de líquidos en una configuración en la que consta de dos módulos EC.

En la figura 1 se representan los siguientes elementos: módulos EC de evaporación y condensación (1) y (1'); fuente de calor (2); bomba de circulación de agua (3); cubo de circulación (4); cubo de evaporación (5); cubo de condensación (6); bloque de contacto de evaporación (7); intercambiador (8) representado por cada línea negra; bloque de contacto de condensación (9); ventilador (10); sumidero de calor (11). Cada módulo se divide en 6 cubos, un cubo de evaporación, un cubo de condensación y cuatro cubos de circulación. Las flechas en curva en los bloques de circulación indican la trayectoria de circulación del aire. Los módulos se disponen en serie para realizar dos etapas de un proceso que a su vez consta de dos fases, una fase de evaporación y una fase de condensación.

15  
20

**Figura 2:** Intercambiador.

En la figura 2 pueden observarse los siguientes elementos del intercambiador (8): colector de entrada de agua portadora de calor (12) al intercambiador (8); colector de salida de agua (13) del intercambiador (8); latiguillos de conexión (14); manguitos roscados (15), distribuidores (16); tubos verticales que componen las cámaras (17) del intercambiador (8); trayectoria del flujo de agua en el interior de la cámara del intercambiador (18); soportes (19) que fijan el intercambiador en la estructura del bloque correspondiente. Se indica la trayectoria que sigue el agua en su interior, la disposición de los colectores de entrada y salida, los distribuidores de agua, y el sistema de soporte del intercambiador en la estructura. También se indica con una línea

25  
30

horizontal A-A un hipotético corte transversal que se representa en alzado en la figura 3.

**Figura 3:** Intercambiador en un corte transversal (A–A en la Figura 2), que muestra los taladros de intercomunicación entre tubos y distribuidores.

5 Se representan los siguientes elementos: distribuidor inferior (16); cámara en sección (17); taladro de conexión (20) entre cada tubo (17) y el distribuidor (16).

**Figura 4:** Vista lateral de un bloque de contacto formado por cinco intercambiadores. Se muestran la disposición de los sistemas de mojado y de  
10 limpieza a presión de los tubos.

Se representan los siguientes elementos: distribuidores (16); vista lateral del intercambiador (8); tubería de PVC de llegada del líquido que moja los tubos (21). Dicho líquido será líquido contaminado en los bloques de contacto de evaporación (7) en cada módulo, y agua depurada los bloques de contacto  
15 de condensación (9) en cada módulo (1 y 1'); boquillas de aspersion (22); colector de agua a alta presión del sistema extra de limpieza (23); inyectores (24) con orientación hacia abajo para generar el movimiento ascendente del sistema indicado con las correspondientes flechas.

## 20 **Descripción detallada de un modo de realización de la invención**

A continuación se describe, con carácter explicativo y no limitativo, ejemplos concretos de realización de la invención.

**Ejemplo 1:** Equipo de depuración de líquidos en una configuración en la que consta de dos módulos EC idénticos de evaporación-condensación  
25 dispuestos en serie para realizar un proceso de depuración con aprovechamiento de calor residual en dos etapas que a su vez constan de dos fases, una fase de evaporación y una fase de condensación.

El equipo de depuración consta de dos módulos (1 y 1') con estructura de acero y dimensiones de 6 x 4 x 2 metros. El primer módulo (1) se divide en 6  
30 cubos: un cubo de evaporación (5), un cubo de condensación (6) y cuatro cubos de circulación (4), dos de ellos de entrada y dos de salida. Los cubos van cerrados en sus caras externas con paneles de cerramiento de poliéster. Los cubos de evaporación (5) y condensación (6) contienen sendos bloques de contacto (7 y 9) compuestos por 8 intercambiadores (8), cada uno de ellos

compuesto por 6 cámaras (17), 3 tubos distribuidores (16) y dos latiguillos (14). Cada cámara (17) es un tubo de acero inoxidable de 1,5 milímetros de grosor y un taladro (20) en cada cara superior e inferior, tal y como se describe en la figura 3. Los tubos distribuidores (16) superiores son dos de igual grosor que las cámaras (17) con tres taladros en su cara inferior dispuestos a la distancia correspondiente a los taladros (20) de las cámaras (17) correspondientes. Uno de los distribuidores (16) hace la función de entrada de agua y el otro de salida, y sobresalen en relación con la longitud del distribuidor inferior (16) en 10 centímetros por cada lado. El tubo distribuidor inferior (16) es uno de 1 x 0,2 x 0,05 metros con 6 (20) taladros en su cara superior a la distancia correspondiente a las cámaras (17). Los latiguillos (14) de entrada y salida del agua se conectan a los manguitos roscados (15) dispuestos en la cara superior de los extremos de cada uno de los distribuidores (16) superiores, que por su cara inferior se apoyan en los soportes del bloque de contacto (18) soldados a la estructura de acero del bloque de contacto a una distancia de 1,75 metros del suelo. De esta forma, los intercambiadores (8) cuelgan de los soportes del bloque de contacto (18) a modo de carpetas de un archivador. En el bloque de contacto de evaporación (7), los latiguillos (14) conectan por un extremo con un tubo colector (12) de acero inoxidable para la entrada de agua caliente que, a su vez, conectan mediante tuberías de acero inoxidable de uno de los cubos de circulación (4) con una bomba centrífuga (3) de acero inoxidable convencional que suministra el agua caliente que se obtiene de la refrigeración de una instalación externa (2) que puede ser el circuito de refrigeración de motores y chimenea de una instalación de aprovechamiento de biogás. Los latiguillos (14) que conectan por un extremo con los distribuidores (16) de salida de cada intercambiador (8) conectan por el otro extremo con un tubo colector de salida (13) de agua caliente, de acero inoxidable, que conecta con tubería de acero inoxidable a través de un cubo de circulación de salida con tubería de acero inoxidable que devuelve el agua a la instalación de refrigeración externa (2). En el bloque de contacto de condensación (9) se repiten los elementos pero la bomba de alimentación (3) suministra agua relativamente fría que proviene mediante tubería de PVC del bloque de contacto de evaporación (7) del segundo módulo (1'), mientras que el colector de salida conecta mediante tubería de PVC con el colector de entrada (12) del bloque de contacto de

evaporación (7) del segundo módulo. Entre cada intercambiador (8) del bloque de contacto de evaporación (7) se dispone una tubería de PVC (22) anclada a la estructura del módulo en su parte superior. Esta tubería dispone de 12 boquillas de aspersión (21), cada una colocada frente a cada cámara (17) del intercambiador (8), de forma que cada cámara (17) es mojada por sus dos caras por sendas boquillas (21). Esta tubería (22) es alimentada por otra tubería de PVC que atraviesa el bloque de circulación (4) de entrada y conecta con una bomba centrífuga (3) que suministra el líquido a depurar desde un depósito de control que lo contiene. En la cara inferior del cubo de evaporación un sumidero conecta con tubería de PVC con el depósito de control del líquido a depurar. Este depósito es a su vez conectado con un depósito de alimentación del líquido a depurar que lleva una bomba en su interior y una válvula eléctrica de la casa Ebara que controla el paso del líquido. En la cara inferior del cubo de condensación un sumidero conecta mediante tubería de PVC con un depósito de lavado que cuenta con unas resistencias que permiten mantener el agua a una temperatura establecida. Este depósito de lavado conecta a su vez por un lado con la bomba (3) que suministra el líquido a depurar desde el depósito de proceso y por otro lado con un depósito de almacenamiento de agua depurada. Sendas válvulas eléctricas permiten seleccionar el paso de líquido a depurar o de agua de lavado caliente al tubo de aspersión (22) según se desee mantener el equipo en modo de depuración o de lavado de las cámaras (17) de los intercambiadores (8). Tanto las bombas (3) como las válvulas eléctricas conectan con un dispositivo automático que controla el proceso. En la pared de contacto que comparten los cubos de circulación (4) de entrada al cubo de evaporación (5) y del cubo de circulación (4) de salida del cubo de condensación (6) se instala un ventilador (10) de la casa EBM-PAPST.

El proceso de depuración comprendería una secuencia en la que el primer módulo (1) recibe agua de una fuente de calor (2) que puede ser residual de un motor, mediante la bomba de circulación (3) de agua portadora de calor entre la fuente (2) y el bloque de contacto del cubo de evaporación (4) correspondiente al primer módulo EC del dispositivo (1). Con la colaboración de una bomba de recirculación (3) se suministra el líquido a depurar desde un depósito al tubo de PVC (21) que contiene las boquillas de riego (22) que

rocían de líquido a las cámaras (17) de cada intercambiador (8) del bloque de contacto de evaporación (7). Mediante un ventilador (10) se genera una circulación de aire a temperatura relativamente elevada que arrastra vapor de agua generado en la superficie de las cámaras (17) del intercambiador (19) del  
5 bloque de contacto de evaporación (7). El aire cargado de vapor de agua se conduce a los intercambiadores (8) del bloque de contacto de condensación (9) del primer módulo EC (1). Por el interior de las cámaras (17) del bloque de contacto de condensación (9) del primer módulo EC (1) circula agua relativamente fría procedente del bloque de contacto de evaporación (7) del  
10 segundo módulo (1'). El vapor de agua en el bloque de contacto de condensación (9) del primer módulo (1) cede calor a las cámaras (17) de los intercambiadores (8) de forma que se condensa agua que por gravedad se recoge en el colector inferior que conecta por tubería de PVC con el depósito de lavado. Una bomba de circulación de agua (3) entre el primer y el segundo  
15 módulo EC (1 y 1') conduce el agua que recoge el colector del bloque de contacto de condensación (9) del primer módulo (1) al bloque de contacto de evaporación (7) del segundo módulo (1). Mediante un ventilador (10) se genera una circulación de aire que arrastra vapor de agua generada en las cámaras (17) del intercambiador (19) de bloque de contacto de evaporación (7) al bloque  
20 de contacto de condensación (9) del segundo módulo (1'). Por último, una bomba de circulación de agua (3) conduce el agua entre el segundo módulo (1') y el sumidero de calor (11). Cuando el depósito de líquido de proceso se agota (1 ciclo), una válvula eléctrica cierra el paso del depósito de proceso y abre el paso del depósito de limpieza para que la bomba (3) suministre agua  
25 caliente de lavado por los aspersores (21) a las cámaras (17) de los intercambiadores (8) de los bloques de contactos de evaporación (7).

**Ejemplo 2:** Sistema adicional de limpieza.

En los casos en que el líquido en proceso sea especialmente severo en materia de posibilidad de ensuciamiento, se instala una línea de inyectores de  
30 agua a alta presión (24) que, al igual que las boquillas de mojado (21), se sitúan en el espacio entre intercambiadores (8) del bloque de contacto (7 y 9), en un colector soporte (23) que se acomoda en sendas columnas guía mediante dos anillos holgados de teflón. La salida de agua a alta velocidad con componente vertical desde los inyectores hacia abajo produce la fuerza que

genera el desplazamiento de subida y barrido del sistema. Alternativamente, para casos en que el líquido es aún más severo en materia de ensuciamiento, se instala una línea de limpieza mecánica en el espacio entre intercambiadores (8) del bloque de contacto (7 y 9) en una barra soporte que se acomoda en sendas columnas guía mediante dos anillos holgados de teflón. En una realización preferente, dicha línea mecánica incorpora escobillas que barren la superficie de las cámaras (17) de los intercambiadores (8) al desplazarse la barra soporte accionada por medios eléctricos. En una realización aún más preferente la línea mecánica incorpora a su vez escobillas e inyectores de agua a alta presión.

Cualquier persona entendida en la materia observará con facilidad que el dispositivo objeto de la presente invención proporciona sustanciales ventajas y mejoras en el sector de la depuración de líquidos, y más concretamente dentro del sector de depuración por evaporación, al conseguirse equipos evaporadores en régimen atmosférico de bajo coste operativo y energético, pero con una mayor eficacia de evaporación y condensación que los evaporadores convencionales disponibles en el mercado. Además los nuevos dispositivos objeto de la presente invención introducen una sustancial mejora operativa en el sector de los equipos de evaporación, al resolver definitivamente la problemática de lavado que caracteriza a los equipos de evaporación convencionales que incorporan paneles reticulares plásticos como soporte del proceso evaporativo. Sectores de especial interés para la aplicación del dispositivo objeto de la presente invención serán, entre otros, la depuración de líquidos residuales de industrias químicas, metalúrgicas, farmacéuticas, del sector alimentario, etc.; líquidos contaminantes tales como lixiviados de vertedero, lavados de suelos contaminados, fracciones líquidas de tratamiento de residuos agroganaderos, etc. También será de especial aplicación en sectores tales como la desalación de agua salada.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios  
5 acuosos en el seno de una corriente de aire en circulación en condiciones  
similares a las atmosféricas, de especial interés en aplicaciones para  
depuración de agua contaminada o potabilización de aguas salinas,  
caracterizado porque comprende un conjunto de intercambiadores (8)  
constituidos por cámaras (17) tubulares sensiblemente verticales, rígidas y  
10 paralelas, por cuyo interior circula líquido portador de calor, y que sirven de  
superficie de contacto e intercambio de calor entre el aire en circulación, un  
líquido que moja la superficie externa de las cámaras (17) y el vapor de agua  
generado.
- 15 2.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios  
acuosos según reivindicación 1, caracterizado porque un conjunto de  
intercambiadores (8) constituye al menos un bloque de contacto de  
evaporación (7) cuyas cámaras (17) son mojadas en su superficie exterior con  
una proyección de líquido a depurar que se extiende por gravedad hasta su  
20 base y pierde agua en forma de vapor que cede calor al aire en circulación; y  
caracterizado también porque otro conjunto de intercambiadores (8) constituye  
al menos un bloque de contacto de condensación (9) por el que circula aire  
procedente de un bloque de contacto de evaporación (7), y en la superficie  
externa de las cámaras (17) de dichos intercambiadores (8) se condensa vapor  
25 de agua del aire en circulación que cede calor al líquido que circula por el  
interior de dichas cámaras (17).
- 3.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios  
acuosos según reivindicación 1, caracterizado porque las cámaras (17) de los  
30 intercambiadores (8) del bloque de contacto de condensación (9) son mojadas  
por su exterior con una proyección de líquido sobre el que se condensa el  
vapor de agua del aire en circulación.

4.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las cámaras (17) que componen los intercambiadores (8) son tubos de acero inoxidable.

5

5.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según la reivindicación 4, caracterizado porque el acero inoxidable es de 1,5 milímetros de grosor.

10 6.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las cámaras (17) que componen los intercambiadores (8) son tubos planos.

15 7.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el tubo distribuidor (16) superior de los intercambiadores (8) se extiende por cada extremo más allá del manguito roscado (15) de conexión, y estos extremos libres se utilizan para colgar el intercambiador (8) en soportes (18)  
20 dispuestos a tal fin.

8.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el mojado de las cámaras (17) se realiza por medio de aspersores (21)  
25 de baja presión y amplio paso.

9.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque incorpora un sistema de limpieza mediante el mojado de las cámaras  
30 (17) con agua sensiblemente limpia.

10.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según la reivindicación 9, caracterizado porque el agua de limpieza es agua caliente que proviene de un bloque de contacto de condensación (9).

11.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque incorpora un sistema adicional de limpieza mediante inyectores de agua a alta presión (24) que se sitúan en el espacio entre intercambiadores (8) del bloque de contacto de evaporación (7), en un colector soporte (23) que se acomoda en sendas columnas guía mediante anillos holgados de teflón.

12.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque incorpora un sistema adicional de limpieza mecánica mediante escobillas que barren la superficie de los intercambiadores (8) al desplazarse la barra soporte accionada por medios eléctricos.

13.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el líquido que circula por el interior de las cámaras (17) de los intercambiadores (8) del bloque de contacto de condensación (9) se emplea para ceder calor en el interior de las cámaras (17) de los intercambiadores (8) de un segundo bloque de contacto de evaporación (7) dispuesto en serie.

14.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el agua caliente que circula por el interior de las cámaras (17) de los intercambiadores (8) del bloque de contacto de evaporación (7) se calienta mediante calor residual generado en una fuente externa (2).

15.- Dispositivo para la depuración por evaporación y condensación de medios acuosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada módulo de evaporación y condensación (1 y 1') se encuentra cerrado en sus caras externas mediante paneles de poliéster.

16.- Procedimiento para la depuración de agua contaminada o salina basado en el mojado de la superficie externa de unas cámaras (17) tubulares

dispuestas en intercambiadores (8) planos por cuyo interior circula agua portadora de calor y por cuyo exterior circula una corriente de aire que absorbe calor y vapor de agua en su interacción con el agua que se desea depurar al mojar la superficie externa de dichas cámaras (17).

5

17.- Procedimiento para la depuración de líquido contaminado o salino por evaporación y condensación de medios acuosos caracterizado porque comprende al menos dos fases: una fase de evaporación en la que unas cámaras (17) tubulares dispuestas en intercambiadores (8) planos por cuyo interior circula agua portadora de calor se mojan con el agua que se desea depurar, de forma que parte del agua contenida en dicho líquido se evapora y cede calor al aire que circula por el exterior de dichas cámaras (17) mientras que el líquido se concentra; y una fase de condensación en la que vapor del aire caliente que proviene de la fase de evaporación se condensa sobre la superficie de unas cámaras (17) tubulares dispuestas en intercambiadores (8) planos por cuyo interior circula agua, de forma que se obtiene agua limpia.

18.- Procedimiento para la depuración de líquido contaminado o salino por evaporación y condensación de medios acuosos según reivindicación 17, caracterizado porque se repiten varias etapas de evaporación condensación en la que cada fase de evaporación obtiene el agua caliente que circula por el interior de las cámaras (17) del agua que se ha calentado en el interior de las cámaras (17) de la fase de condensación anterior.

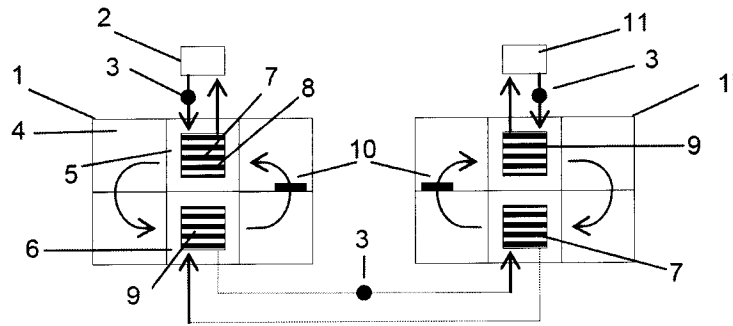


FIG. 1

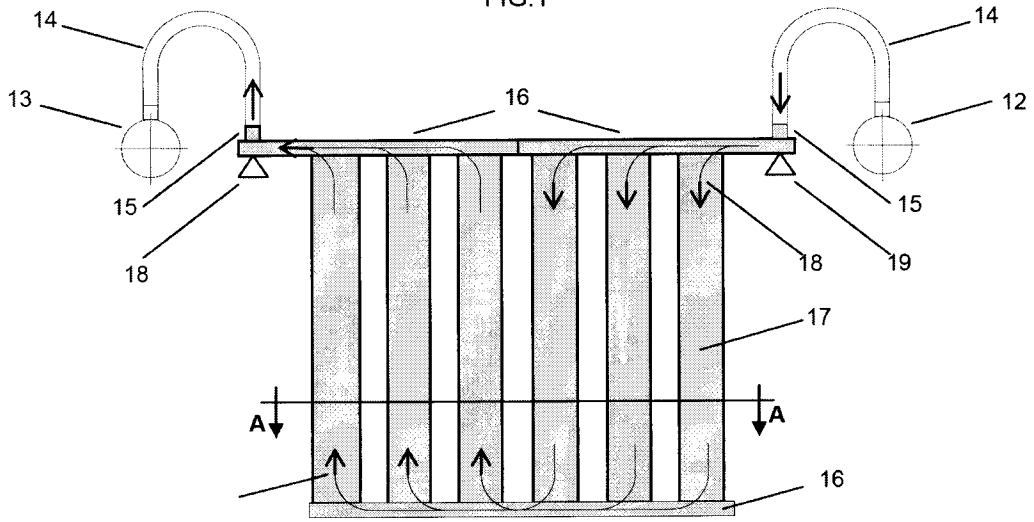


FIG. 2

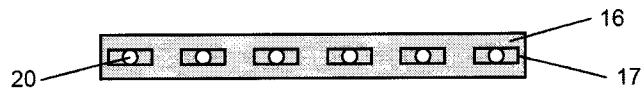


FIG. 3

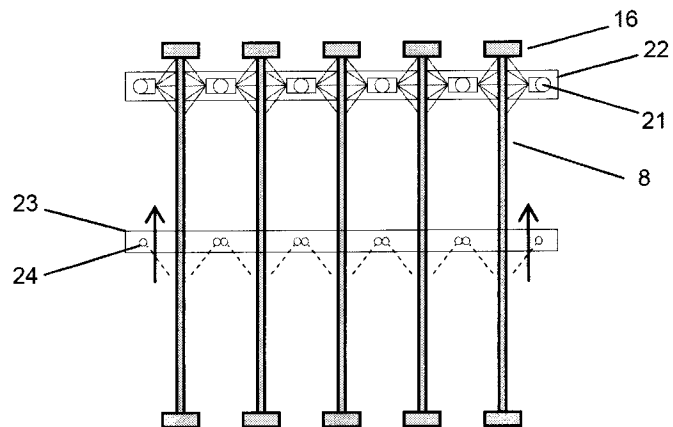


FIG. 4