(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **1 304 150**

(21) Número de solicitud: 202330398

(51) Int. CI.:

C02F 1/72 (2013.01)
C02F 1/66 (2013.01)
C02F 1/32 (2013.01)
C02F 1/40 (2013.01)

(12) SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD U

(22) Fecha de presentación:

09.03.2023

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

13.11.2023

(71) Solicitantes:

URTECH WATER S.L. (100.0%)
Pol Agustinos Edificio los Acebos
31013 PAMPLONA (Navarra) ES

(72) Inventor/es:

LÓPEZ PALACIOS, Javier y
GARCÍA ZABALA, Néstor

(74) Agente/Representante:

ELION IP, S.L.

(54) Título: **INSTALACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS EN PROCESOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL**

ES 1 304 150 U

DESCRIPCIÓN

INSTALACION PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS EN PROCESOS DE REFRIGERACION INDUSTRIAL

OBJETO DE LA INVENCION

La invención se refiere a una instalación para el tratamiento, control, digitalización y desinfección de agua en los procesos de refrigeración industriales, que logra reducir el consumo de agua y la eliminación del uso de producto químico biocida manteniendo el agua ni corrosiva y sin incrustaciones, en equilibrio con un Índice de Langelier entre -0,5 y +0,5.

La invención es preferentemente aplicable para desinfectar agua en aquellas instalaciones denominadas con riesgo de legionela, estipuladas como tal en el Real Decreto 487/2022.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Históricamente, y se viene haciendo en gran medida en la actualidad, los sistemas de tratamiento de desinfección de aguas se siguen haciendo con productos químicos biocidas. Todos estos tratamientos con producto químico están avalados y legislados por distintas normativas, como es el referido al control de legionela RD487/2022.

En este caso en particular, la legionela supone un riesgo para la salud humana pudiendo desencadenar graves enfermedades incluso muertes, cuando esta bacteria se presenta en modo de aerosoles al entrar en el sistema respiratorio humano. Es por ello que es necesaria y está regulada la desinfección de este tipo de aguas.

Sin embargo, el uso de estos productos químicos entraña un riesgo tanto a nivel de almacenamiento y manipulación, así como unos costes de transportes, fabricación y administrativos, un impacto ambiental importante con su respectiva huella de carbono durante la fabricación y transporte.

Casos como torres de refrigeración o condensadores evaporativos, donde además se producen efectos de evaporación que provocan la concentración de sales (y posible deterioro de la instalación), el efecto negativo de estos productos químicos es muy notable pudiendo provocar efectos de corrosión además de aumentar los consumos de agua por la alta cantidad de purga necesaria.

Por tanto, existe una necesidad en la técnica de métodos y sistemas que sean capaces de tener un control preciso sobre el proceso de desinfección del agua a la vez que eviten el uso de productos químicos biocidas, consiguiendo una mejor calidad del agua y de los productos sin afectar al medio ambiente, así como reduciendo el consumo de agua y minimizando los subproductos clorados generados durante el tratamiento de desinfección.

DESCRIPCION DE LA INVENCIÓN

La invención es preferentemente aplicable para desinfectar agua en aquellas instalaciones denominadas con riesgo de legionela según indica el RD 487/2022, a saber:

1. Torres de refrigeración
2. Condensadores evaporativos
3. Circuitos de AFCH (agua fría de consumo humano)
4. Circuitos de ACS (agua caliente sanitaria)

Además de otros usos como:

1. Reutilización aguas residuales
2. Reutilización de aguas grises.

Las principales ventajas que se obtienen de la configuración de la instalación objeto de esta invención, son las siguientes:

- tratamiento de desinfección para la eliminación de contaminación microbiológica, especialmente legionela;
- control de la calidad del agua en términos microbiológicos y físico químicos para conseguir un agua estable y equilibrada. El control en continuo del agua equilibrada mediante el seguimiento del índice de Langelier y el pH de saturación, lo que permite aumentar los ciclos de concentración del proceso mejorando los ahorros de agua con un exhaustivo régimen del equilibrio del agua;
- el mantenimiento estable de la calidad de agua para la reducción de la corrosión e incrustación en los materiales integrantes de los equipos;
- la parametrización y digitalización de la calidad y el consumo de agua para el control y trazabilidad;
- ahorro de agua. La mejora en el tratamiento permite una mejor calidad de agua consiguiendo mayores ciclos de concentración y por tanto, menor purga del circuito. Este ahorro viene por dos vías:
- el mejor control del índice de Langelier permite controlar mejor la calidad del agua

aumentando los ciclos de concentración;

- la eliminación del producto químico provoca no añadir agentes externos al agua que modifiquen su conductividad. Este efecto se valúa en torno a un 18-20% de ahorro en agua de purga;

- el menor uso de agua de aporte permite a la instalación derivar ese volumen de agua a otras necesidades que tengan en la planta;

- control y vigilancia de los consumos de agua para el entendimiento del gasto económico de dicho proceso en el conjunto global de fabricación;

- eliminación de productos químicos biocidas añadidos al agua mejorando la calidad del agua, disminuyendo riesgos laborales, medioambientales y mejorando las condiciones de trabajo;

- posibilidad de conectar el equipo a una fuente de energía renovable permitiendo un menor gasto energético y una mayor circularidad al proceso obteniendo fabricaciones más baratas y más sostenibles.

De manera más concreta, la instalación objeto de la invención comprende: una balsa para contener agua de enfriamiento, un circuito de recirculación de agua de la balsa, al menos una bomba para impulsar agua de la balsa por el circuito de recirculación, y un dispositivo de ajuste de pH adaptado para dosificar un producto corrector del pH en el agua que circula por el circuito de recirculación.

La instalación además comprende un equipo de oxidación fotoquímica instalado en el circuito de recirculación de agua, el cual incorpora un generador de radiación ultravioleta adaptado para irradiar radiación ultravioleta al agua circulante por el circuito de recirculación.

Este equipo funciona desinfectando el agua con luz UV (ultravioleta) mediante la radiación sobre el flujo de agua, a una longitud de onda de 254 nm, consiguiendo un efecto germicida localizado. Los microorganismos que pudieran estar presentes en el agua se desactivan por incidencia de la luz UV. Esta incidencia, genera un daño letal en los ácidos nucleicos (ADN y ARN) presentes en las células de los seres vivos principalmente sobre esporas, hongos y levaduras.

Además, tiene un efecto de disociación sobre el peróxido de hidrógeno generando radicales hidroxilos de muy alta capacidad oxidante.

El generador de UV incluye un sensor de intensidad para controlar el buen funcionamiento de la lampara, las horas de trabajo y los posibles fallos que puedan suceder minimizando las tareas de mantenimiento y fijando las tareas preventivas de forma fácil y rápida.

Además, incorpora un sensor de transmitancia del flujo de tal forma que se pueda modular el caudal de paso por el propio UV, mediante una válvula modulante optimizando así las necesidades de desinfección del sistema completo.

El sistema entra a funcionar cuando un controlador programado adecuadamente, por ejemplo un PLC (del inglés Programmable Logic Controller, controlador lógico programable en español), detecta riesgo microbiológico en la calidad del agua.

Las investigaciones apuntan a que la bacteria provocadora de la legionelosis, legionella pneumophila, es especialmente sensible a los radicales hidroxilos que se generan tanto en la electro oxidación como en la disociación del peróxido a su paso por la lámpara de UV. Esto provoca una menor necesidad de producto químico minimizando los riesgos de corrosiones o malfuncionalidades del mismo.

La instalación además comprende un reactor de electro oxidación instalado en el circuito de recirculación de agua, adaptado para aplicar una corriente eléctrica al agua que circula por el circuito de recirculación.

El reactor de electro oxidación es una tecnología sostenible en el sentido de que no precisa adición de producto químico ni de ningún precursor, permitiendo así conseguir grandes ahorros hídricos sin aporte de agentes nocivos en el flujo de proceso.

El agua se hace pasar por unos electrolizadores que mediante la aplicación únicamente de electricidad en corriente continua dotada a través de unas fuentes de alimentación instaladas en un armario eléctrico, son capaces de generar una serie de oxidantes del propio del agua como son oxígeno, ozono, hidrogeno, peróxido de hidrogeno y cloro. Estos oxidantes disueltos en el agua controlan los niveles de contaminación consiguiendo un agua de muy alta calidad y libre de producto químico.

Estos reactores de electro oxidación están fabricados en PVC (del inglés Polyvinyl Chloride, policloruro de vinilo en español) y llevan instalados internamente una combinación de celdas electrolíticas que actúan como ánodo y cátodo en función de la polaridad. Las placas de las celdas están recubiertas con aleaciones específicas que promueven la corriente eléctrica y la disociación del agua.

Durante el proceso de generación de oxidantes, se depositan incrustaciones en las

superficies de las placas catódicas que merman la eficiencia y el trabajo del tratamiento de generación de oxidantes. Para ello, incorporan un sistema integrado de lavado con ácido que, cuando el equipo detecta la presencia de suciedad en los reactores, se pone en marcha un ciclo de lavado que disuelve y elimina la cal generada y depósito en los reactores. Este lavado automático se hace con ácido clorhídrico al 10% para evitar el daño en las aleaciones que recubren las placas.

Preferentemente, la instalación además comprende al menos un filtro de sólidos instalado en el circuito de recirculación aguas arriba del generador de radiación ultravioleta y del reactor de electro oxidación.

Este filtro de sólidos se basa en un proceso de separación de sólidos mediante de lecho filtrante de arena. El tratamiento tiene el objetivo de la eliminación de todo sólido orgánico e inorgánico que contamine el agua, que deteriore la calidad del agua, y con ello el aumento de la transmitancia del agua para las siguientes etapas del equipo. El filtro es capaz de filtrar partículas de hasta 5 micras, dispone de un sistema de autolavado que expulsa los sólidos. De esta manera, se consigue aprovechar la purga del circuito para la eliminación de sólidos y sales. Es una manera óptima de aprovechar incluso el agua que se purga.

Las operaciones de lavado se pueden realizar bien manualmente, bien temporalmente o bien fijando una diferencia de presión entre entrada y salida que denota la colmatación del filtro. La sensórica de control de presión es sensórica industrial, con conexión IoLink conectada sobre un PLC que gobierna tanto el funcionamiento del filtro como las alarmas.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos, que forman parte integrante de la descripción e ilustran realizaciones de la invención, que no deben interpretarse como restrictivas del alcance de la invención, sino sólo como ejemplos de cómo puede llevarse a cabo la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

La Figura 1.- muestra un esquema de la instalación para tratar aguas de procesos de refrigeración industrial.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

La Figura 1 muestra un esquema de la instalación (1) para tratar aguas de procesos de refrigeración industrial según la invención, que comprende: una balsa (2) de enfriamiento, que forma parte de un equipo (11) de enfriamiento, un circuito de recirculación (3) de agua de la balsa (2) de enfriamiento, y una bomba (4) para impulsar agua de la balsa por el circuito de recirculación (3).

La instalación (1) además comprende un filtro (5) de sólidos instalado en el circuito de recirculación, y una etapa (6) de sanitización de agua, situada aguas abajo del filtro (5) de sólidos. Preferentemente, el filtro (5) de sólidos dispone de un bypass (10) para tener la posibilidad de derivar caudal o para mantenimiento del filtro (5) de sólidos.

Esta etapa (6) de sanitización de agua, se compone de un generador (7) de radiación ultravioleta adaptado para irradiar radiación ultravioleta al agua circulante por el circuito de recirculación, y un reactor (8) de electro oxidación instalado en el circuito de recirculación de agua, adaptado para aplicar una corriente eléctrica al agua que circula por el circuito de recirculación.

Como se muestra en la **Figura 1,** el generador (7) de radiación UV, y el reactor (8) de electro oxidación, pueden estar conectados hidráulicamente en serie o en paralelo, pudiendo seleccionar su configuración y flujo en función de las necesidades de flujo, producto y calidad de agua.

La instalación de la **Figura 1** tiene dos purgas, una en el filtro (5) de sólidos y otra en la etapa de sanitización (6).

La instalación dispone de un armario (12) con dos módulos, uno eléctrico y otro hidráulico, que se fabrican solidarios y donde se alojan la gran mayoría de los equipos de la instalación.

El generador (7) de radiación UV, y el reactor (8) de electro oxidación están alojados dentro del armario (12), junto con una sonda multiparamétrica (13) que es capaz de recoger mediante sólo un cable todas las lecturas de parámetros físico-químicos necesarias para realizar el cálculo de riesgo microbiológico: pH, redox, temperatura, salinidad y conductividad, oxígeno disuelto y en función de las necesidades, acompañado de una lectura de cloro, peróxido de hidrógeno y turbidez.

La instalación (1) además comprende un dispositivo (9) de ajuste de pH, situado aguas abajo

de la etapa (6) de sanitización, y que está adaptado para dosificar un producto corrector del pH en el agua que circula por el circuito (3) de recirculación.

La salida del dispositivo (9) de ajuste de pH comunica directamente con la balsa (2) de enfriamiento, para devolver el agua ya tratada a la balsa.

El agua impulsada hacia el tratamiento pasa por el filtro (5) de sólidos tras la cual entra directamente al armario (12). Internamente, el agua se divide en varios flujos donde el primero es el paso por la sonda (13) multiparamétrica que mide a tiempo real los parámetros físico-químicos del agua más importantes: pH, conductividad, redox, temperatura, turbidez y cloro. Esa sonda (13) recoge los datos de calidad de agua mediante un protocolo propio y los envía vía modbus/ethernet/profinet a un PLC por comanda el funcionamiento del sistema. Tras su paso por la sonda (13), el agua se devuelve al medio, depósito o balsa de tratamiento.

La lectura del electrodo de pH comanda el funcionamiento de una bomba dosificadora de ácido clorhídrico al 33% que sirve para regular el pH del circuito. Esta bomba dosificadora también puede dosificar ácido fosfórico/zinc y sulfúrico.

La importancia de este pH radica en dos sentidos:

- por un lado, controlar el carácter incrustante o corrosivo que devuelve el cálculo empírico del Indice de Langelier. En el caso concreto de una torre de refrigeración o un condensador evaporativo, donde parte del agua recirculante se evapora, el fenómeno de mayor relevancia química es la concentración de sales que se produce. Esta concentración de sales, de distintas naturalezas, tiene un efecto negativo en la integridad de los equipos siendo de vital importancia mantener el agua equilibrada. En la tendencia incrustante (ceder sales) o corrosiva (extraer sales) del agua, depende principalmente de cuatro parámetros físico-químicos: alcalinidad, dureza, temperatura y pH; y

- por otro lado, desplazar la curva del hipoclorito/hipocloroso dependiente del pH hacia este segundo ion llegando a valores de entre 7,5 y 7,8 consiguiendo una relación del 80/20. Es sabido que la naturaleza biocida del ácido hipocloroso es mucho mayor que la del hipoclorito.

Además, esta sonda alimenta un algoritmo de cálculo de riesgo microbiológico que estima cual es el grado de desinfección del circuito a tiempo real en función de la calidad del agua de cada momento.

A continuación, se detallan los valores de los parámetros y sus límites que se buscan, teniendo en cuenta la variabilidad prevista para tal cantidad de tipos de circuitos y productos:

- pH: se buscan valores de entre 7,5 y 8 para adecuar los objetivos comentados anteriormente.
- Redox: explica la relación de oxidantes (agentes biocidas) frente a reductores (consecuencias de la contaminación microbiológica). Se buscan valores de entre 600 y 800 mV. Cuando el equipo detecta bajo redox/cloro, el controlador PID (del inglés Proportional Integral Derivative controller, controlador proporcional, integral y derivativo en español) arranca los reactores arrancando la intensidad eléctrica de forma proporcional a las necesidades de alcanzar el redox de consigna.
- Conductividad: valores entre 3.500 y 4.500 uS/cm.

Tras la sonda el flujo se bifurca y puede seguir varios caminos:

- por un lado, puede pasar por los reactores de electro oxidación.
- en paralelo, puede pasar por la fotocatálisis. Esta combinación con esta disposición permite matar con microbiología las cuales son muy resistentes a ciertos oxidantes, sino que además se reduce mucho la demanda de cloro del circuito. Este efecto es muy positivo al precisar de mucha menor carga de oxidantes en el circuito, o dicho de otra manera, ser mucho más letales igualando los niveles de cloro alcanzados por métodos de desinfección tradicionales.
- Y, por último, en caso de necesidad, el agua se purga para la eliminación de sales (conductividad).

Todos estos recorridos vienen programados de la siguiente manera:
- si el sistema detecta una necesidad de aumentar el potencial redox o el nivel de cloro, el PLC manda orden de arrancar los reactores y el generador de UV (en función del modo de trabajo que este programado). Este funcionamiento se mantiene hasta alcanzar los valores de redox de consigna.
- en el caso de que la sonda de conductividad detecte un valor superior al deseado, el PLC abre la válvula de purga eliminando parte del caudal previo al tratamiento.

Cada uno de los elementos principales del sistema cuentan con un código QR que se asocia al QR general del equipo de tal forma que a través de ese enlace se controla toda la trazabilidad de cada uno de los elementos, desde la fecha de fabricación hasta todas las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que se ha realizado.

Con el equipo también se instala un contador de agua de aporte en la boya de la balsa para conocer, controlar y registrar los consumos de agua.

Toda la sensórica se conecta en el armario eléctrico, solidario al hidráulico. En el armario eléctrico se instala todo el cuadro de fuerza y maniobras, las fuentes de alimentación que alimentan mediante corriente continua los reactores de electro oxidación, el PLC, todo el sistema de conectividad tanto del equipo como de la propia sonda multiparamétrica, así como unos vatímetros que permiten conocer el consumo energético del tratamiento.

Toda la sensórica de control de presiones, caudales y flujos son de tipo IoLink y viene conectada a un codificador máster que envía las lecturas al PLC. Esto permite eliminar todas las señales analógicas y, por tanto, las desviaciones de este tipo de medidas.

El PLC se controla desde una pantalla HMI (del inglés Human Machine Interface, interfaz humano-máquina en español) con interfaz visual y muy intuitiva, que permite al personal en campo manejar y gestionar las operaciones del equipo, así como distinguir y dar solución a las alarmas que vayan surgiendo.

Todo el sistema y la sensórica está conectada a una plataforma de visualización donde se recogen y registran todos los datos tanto de consumo de agua y energético como parámetros físico-químicos del agua. Esto hace que se registre cualquier incidencia y permite la trazabilidad exacta de qué está pasando en cada momento sobre ese proceso de producción.

Tanto la programación del PLC como el funcionamiento de los reactores están diseñados para realizar hipercloraciones del circuito según marca el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.

El equipo lleva consigo a modo de back up una bomba dosificadora que permite dosificar químico (biocida) en caso de fallo de sistema, hasta que se realicé el mantenimiento preventivo/correctivo dando siempre la seguridad de desinfección que el circuito precisa.

La instalación puede tener varias configuraciones:

- la bomba (4) puede consistir en la propia bomba de recirculación del propio equipo de refrigeración, o bien puede consistir en una bomba dispuesta expresamente para impulsar agua por el circuito (3) de recirculación.
- puede ir en recirculación sobre un depósito o balsa que recoja parte de las purgas, sobraderos o flujos de la instalación.
- a la impulsión de las bombas de recirculación a modo bypass, que tome agua en circulación

a la salida de la bomba y se hace pasar por el tratamiento devolviéndose pocos metros más adelante.

REIVINDICACIONES

1.- Instalación para el tratamiento de aguas de procesos de refrigeración industrial, que comprende:
una balsa de enfriamiento,
un circuito de recirculación de agua de la balsa de enfriamiento,
una bomba para impulsar agua de la balsa por el circuito de recirculación,
un dispositivo de ajuste de pH adaptado para dosificar un producto corrector del pH en el agua que circula por el circuito de recirculación,
un equipo de fotocatálisis instalado en el circuito de recirculación de agua, que incorpora un generador de radiación ultravioleta adaptado para irradiar radiación ultravioleta al agua circulante por el circuito de recirculación, y
un reactor de electro oxidación instalado en el circuito de recirculación de agua, adaptado para aplicar una corriente eléctrica al agua que circula por el circuito de recirculación.

2.- Instalación para el tratamiento de aguas de procesos de refrigeración industrial, según la reivindicación 1, caracterizado porque el generador de radiación ultravioleta y el reactor de electro oxidación están conectados hidráulicamente en paralelo.

3.- Instalación para el tratamiento de aguas de procesos de refrigeración industrial, según la reivindicación 1, caracterizado porque el generador de radiación ultravioleta y el reactor de electro oxidación están conectados hidráulicamente en serie.

4.- Instalación para el tratamiento de aguas de procesos de refrigeración industrial, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque además comprende al menos un filtro de sólidos instalado en el circuito de recirculación, situado aguas arriba del generador de radiación ultravioleta y del reactor de electro oxidación.

5.- Instalación para el tratamiento de aguas de procesos de refrigeración industrial, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque además comprende una sonda multiparamétrica conectada hidráulicamente en el circuito de recirculación, y que está adaptada para medir en tiempo real al menos uno de los siguientes parámetros físico-químicos del agua: pH, conductividad, redox, oxígeno disuelto por método óptico, temperatura, turbidez, salinidad y cloro.

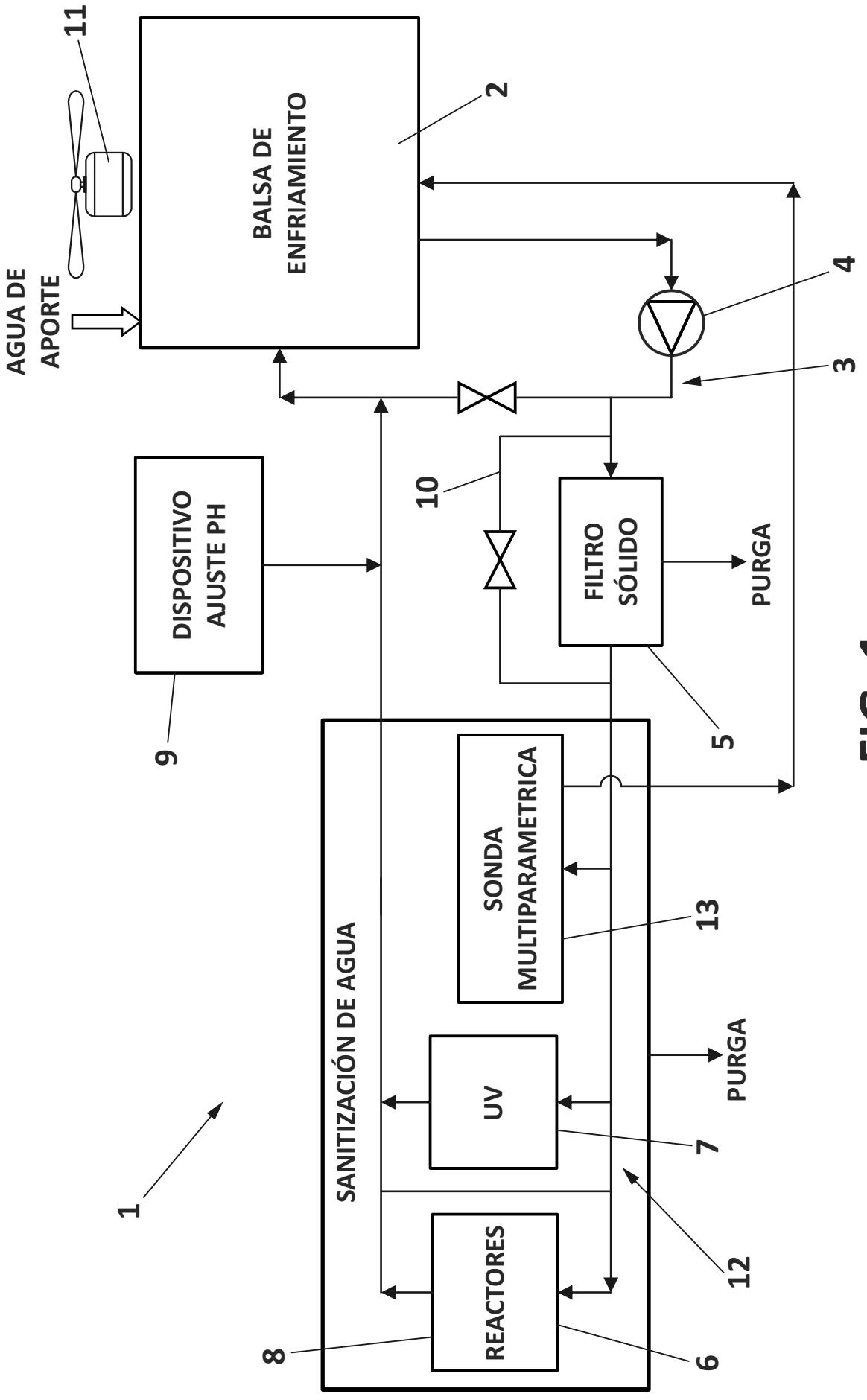

11
BALSA DE ENFRIAMIENTO
2
AGUA DE APORTE
4
3
10
DISPOSITIVO AJUSTE PH
FILTRO SÓLIDO
PURGA
9
5
SONDA MULTIPARAMETRICA
13
SANITIZACIÓN DE AGUA
PURGA
UV
7
1
12
REACTORES
8
6

FIG. 1