

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 087**

51 Int. Cl.:

C02F 9/02 (2006.01)
E01H 1/08 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01)
C02F 1/56 (2006.01)
C02F 1/72 (2006.01)
C02F 1/78 (2006.01)
C02F 5/14 (2006.01)
C02F 103/02 (2006.01)
C02F 103/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2011 E 13193273 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2708516**

54 Título: **Sistema para el enfriamiento sustentable de procesos industriales**

30 Prioridad:

30.03.2011 US 201161469526 P
01.08.2011 US 201113195695

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.06.2017

73 Titular/es:

CRYSTAL LAGOONS (CURAÇAO) B.V. (100.0%)
Kaya W.F.G. (Jombi)
Mensing 14, CW

72 Inventor/es:

FISCHMANN, T. FERNANDO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 621 087 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema para el enfriamiento sustentable de procesos industriales

5 La presente invención se relaciona con un aparato de tratamiento de agua, y el uso del agua tratada para el enfriamiento de procesos industriales. El agua es tratada y almacenada en un gran contenedor o laguna artificial, tiene gran claridad y alta calidad microbiológica. El gran contenedor o laguna artificial puede actuar como un disipador de calor, absorbiendo el calor desechado del proceso de enfriamiento industrial, creando así reservorios de energía térmica de manera sustentable, que pueden ser posteriormente utilizados para otros propósitos. El aparato puede utilizarse en cualquier sistema de enfriamiento industrial con cualquier tipo de agua disponible, incluyendo agua dulce, agua salada y agua de mar.

10 Antecedentes

15 Las industrias alrededor del mundo han aumentado significativamente en número y han mejorado sus procesos a lo largo de los años. Muchas de estas industrias requieren sistemas que proporcionen enfriamiento para al menos algunos de sus procesos. Muchos de los sistemas de enfriamiento usan agua como disipador de calor o como fluido de transferencia de calor. Sin embargo, el agua es un recurso limitado. Se ha llevado a cabo la explotación y contaminación de los acuíferos subterráneos, océanos, y aguas superficiales, llevando a una disminución en la cantidad de agua apropiada, como también la calidad del agua disponible naturalmente. Por tanto, se necesitan encontrar nuevas formas de usar el agua de manera sustentable y económica, con el fin de utilizar este recurso de manera eficiente sin dañar el medio ambiente.

20 Los sistemas de enfriamiento actuales a menudo están restringidos a áreas donde se encuentren disponibles grandes volúmenes de agua de enfriamiento. Por ejemplo, los sistemas de enfriamiento están a menudo localizados a lo largo de una línea costera oceánica o cerca de otras fuentes naturales de agua, tales como ríos y lagos grandes, donde este recurso existe abundantemente. Por consiguiente, una desventaja significativa asociada con los sistemas de enfriamiento basados en agua es que a menudo están restringidos a áreas geográficas específicas. Por ejemplo, para una planta termoeléctrica de 350 MW que utiliza carbón, se pueden necesitar cerca de 45.000 metros cúbicos de agua por hora para propósitos de enfriamiento, tales como en intercambiadores de calor de la planta, lo que equivale a llenar 18 piscinas olímpicas en tan solo una hora.

25 Más aun, el calor residual absorbido por el agua para enfriamiento a menudo se pierde en el ambiente por la descarga del agua a altas temperaturas de regreso a la fuente natural de agua, o por descarga de vapor de agua a la atmósfera. La energía recuperable que se desperdicia en el mundo cada día puede llegar a ser hasta un 80% de la electricidad total consumida cada día en el mundo.

30 Los entornos representativos específicos que podrían beneficiarse de sistemas industriales mejorados de enfriamiento basado en agua pueden incluir, pero no se limitan a, lo siguiente:

Plantas termoeléctricas

35 El aumento en la población y los avances tecnológicos han resultado en una amplia demanda de energía adicional. Un uso significativo de la energía mundial está concentrado en la generación de electricidad. La demanda por electricidad está creciendo a un ritmo establecido por la modernización de las naciones y su desarrollo económico. Por ejemplo, la generación de electricidad ha aumentado casi un 40% en los últimos 10 años (véase Figura 1). Esta demanda conlleva un incremento en la construcción de nuevas instalaciones para la generación de electricidad a nivel mundial.

40 Las plantas termoeléctricas son actualmente el tipo predominante de plantas generadoras de electricidad en operación. Estas plantas emplean un combustible para generar combustión, donde la combustión calienta un fluido que a su vez impulsa una turbina en un circuito de generación eléctrica. Existe también un número de plantas termoeléctricas que usan recursos renovables – tales como energía solar o energía geotérmica – generando un fluido que a su vez impulsa una turbina. Además, otras plantas termoeléctricas utilizan combustibles nucleares, tal como el uranio. Sin embargo, las estadísticas disponibles muestran que del total de energía consumida en 2008, un 80% a 90% se derivó de la combustión de combustibles fósiles en plantas termoeléctricas. Más típicamente, estas plantas usan carbón, petróleo o gas natural. En parte, este gran porcentaje de producción de electricidad se debe a la alta disponibilidad de combustibles fósiles en el mundo. En 1973, la matriz energética mundial consistía de un 78,4% de plantas termoeléctricas (incluyendo plantas nucleares), mientras que en 2008 el porcentaje aumentó a un 81,5%. Existe entonces una necesidad continua de que estas plantas mejoren su eficiencia operacional y reduzcan su impacto al medio ambiente.

55 A través de los años, las plantas termoeléctricas han sufrido distintos cambios asociados con su operación. Por ejemplo, se han implementado cambios relacionados con las emisiones y el uso eficiente del combustible. Sin embargo, el uso de sistemas de enfriamiento con agua sigue siendo una desventaja. Estos sistemas presentan varias desventajas que restringen su uso solo en ciertas regiones geográficas. Adicionalmente, el uso de agua y el

consiguiente calentamiento del agua producen un impacto dañino potencial al medio ambiente, elevando los costes de la energía, resultando en un uso intensivo de agua, desperdicios de calor residual, y/o elevados costes de instalación y operación. Por consiguiente, se necesitan sistemas de enfriamiento mejorados que permitan mantener la creciente demanda de energía y electricidad.

- 5 Los sistemas de enfriamiento actuales usados en las plantas termoeléctricas y otras industrias son: sistemas de enfriamiento de un paso, torres de enfriamiento húmedas y lagunas de enfriamiento.

Sistemas de enfriamiento de un paso

10 Uno de los principales tipos de sistemas de enfriamiento en uso hoy en día es el sistema de enfriamiento de "un paso", que se refiere a un sistema de ciclo abierto (es decir, no emplea recirculación de agua). Este tipo de sistema consiste de una estructura de captación de agua para recolectar agua desde una fuente natural y una estructura de descarga para retornar el agua de vuelta a la fuente natural (por ejemplo, con frecuencia el océano o mar). El agua de enfriamiento recolectada se circula a través de intercambiadores de calor que funcionan como parte del proceso industrial. El agua actúa como un disipador de calor dentro de los intercambiadores de calor, donde la temperatura del agua se eleva a medida que fluye por el intercambiador. El agua a mayor temperatura es entonces descargada de vuelta a la fuente natural. En los Estados Unidos solamente, aproximadamente 5.500 plantas generadoras usan un sistema de enfriamiento de un paso. Estas plantas usan más de 180.000 millones de galones de agua por día para propósitos de enfriamiento. Esta cantidad, es por ejemplo, más de 13 veces el agua de irrigación usada solamente en Australia diariamente. Los sistemas de enfriamiento de un paso tienen varias desventajas, las que incluyen el daño medioambiental debido a la succión y muerte de organismos marinos; polución térmica del agua a mayor temperatura retornada; localización restringida de las plantas cerca de la línea costera (o en el borde de grandes fuentes de agua); mala calidad del agua; y desperdicio del calor residual.

25 Los sistemas de enfriamiento de un paso usan grandes volúmenes de agua a un coste relativamente bajo, pero a menudo conllevan efectos adversos a gran escala en el ecosistema marino. Por ejemplo, este sistema crea un aumento de temperatura en el agua descargada. En el océano, el agudo aumento en la temperatura puede causar serios problemas, incluso resultando en la muerte de organismos vivos. Esto afecta al ecosistema y actividades humanas que toman lugar en la costa, tales como pesca y otras actividades económicas. El sistema de enfriamiento de un paso también puede causar la muerte de organismos marinos debido a la succión producida en la entrada del agua. Esto puede afectar a millones de peces, larvas y otros organismos acuáticos cada año alrededor del mundo ya que estos seres vivos son succionados hacia las cañerías que llevan a los intercambiadores de calor. La muerte puede ocurrir debido a los filtros o pantallas (por ejemplo por el choque contra los filtros/pantallas o retención por los filtros o pantallas), por las bombas de impulsión (por ejemplo al pasar dentro de las estructuras a alta presión y/o flujos que causan colisiones con las paredes), debido a químicos que pueden ser agregados, y en los intercambiadores de calor debido al cambio abrupto en la temperatura. Las leyes de algunos países y estados ya prohíben el uso de los sistemas de enfriamiento de un paso. Por lo tanto, existe la necesidad de buscar nuevas maneras de enfriamiento que sean sustentables en el tiempo y permitan un mejor funcionamiento y eficiencia.

40 Otra limitación importante de los sistemas de enfriamiento de un paso es su localización restringida. Como se ha indicado anteriormente, estos tipos de industrias deben localizarse típicamente en la costa, bordeando el mar, o tierra adentro a lo largo de ríos, con el fin de capturar mejor grandes cantidades de agua. Estas ubicaciones pueden crear problemas significativos con respecto al uso de la tierra. Estas industrias están limitadas debido a los grandes volúmenes de agua que deben captar y al efecto de la polución térmica en tales lugares. Por esto, las plantas enfrentan diversos problemas relacionados con su localización que resultan en mayores costes y un potencial rechazo por parte de los residentes de la comunidad.

45 Otro problema de los sistemas de enfriamiento de un paso es la mala calidad del agua usada para el enfriamiento. Los sistemas de enfriamiento de un paso usualmente utilizan agua de mar, la cual tiene un gran contenido orgánico. Esto afecta adversamente a los sistemas de intercambio de calor de los procesos de enfriamiento. Por ejemplo, debido a organismos vivos o muertos que se adhieren o tapan las tuberías, se produce una transferencia de calor reducida. Se producen bioincrustamientos y se comienzan a adherir a la superficie interna de las tuberías, reduciendo la transferencia de calor, generando así grandes ineficiencias. Además, los nuevos estándares medioambientales recomiendan (y algunos requieren) que las plantas operen con una alta eficiencia para maximizar la cantidad de energía producida por unidad de combustible. Un estudio estima que las incrustaciones en los intercambiadores de calor producen pérdidas monetarias en los países industrializados a un nivel de alrededor de 0,25% del Producto Interno Bruto (PIB).

55 Otra limitación de los sistemas de enfriamiento de un paso es que todo el calor absorbido se descarga de vuelta a la fuente de agua natural sin usar la energía térmica en el agua. En algunos casos, la energía térmica que se desperdicia es aproximadamente dos tercios del calor total generado, mientras que la cantidad de energía eléctrica producida por una planta generadora es solo un tercio del calor total generado. Sería ventajoso utilizar esta valiosa energía desperdiciada en otros propósitos beneficiosos.

Torres de enfriamiento húmedas

Otro sistema de enfriamiento actualmente en uso son las torres de enfriamiento húmedas. Estos sistemas enfrían agua a través del intercambio de calor con aire dentro de torres de evaporación. Las chimeneas contienen un reservorio de agua fría en la base que alimenta la planta por bombas que circulan a través del condensador de la planta (enfriadores), transfiriendo así el calor del fluido de trabajo de la planta hacia el agua. Cuando el agua efluente a altas temperaturas alcanza la parte superior de la torre, comienza a descender en chorros finos para maximizar el área de contacto para la transferencia de calor. Algunas plantas tienen ventiladores, ya sea en la parte superior o inferior de la torre, para circular aire hacia arriba con el fin de lograr un contra-flujo en contacto con el agua. A medida que el agua cae, se enfría y se produce la pérdida de calor a través de evaporación. Cuando el agua se evapora, las sales disueltas caen de vuelta al tanque de agua, por lo que su concentración aumenta. Por lo tanto, una cantidad determinada de agua debe purgarse de vez en cuando y se debe alimentar el reservorio con agua fresca. Las torres de enfriamiento húmedas tienen diversos problemas asociados con su operación, incluyendo las grandes tasas de retiro y evaporación del agua, altos costes, deterioro de la estética urbana o del paisaje y pérdida del calor residual capturado.

Un problema significativo de las torres de enfriamiento es la gran tasa de agua usada. De acuerdo al Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (EPRI por sus siglas en inglés), para una planta generadora impulsada por vapor operando con carbón, las tasas de retiro de agua son de alrededor de 2.082 litros/MWh, y el consumo de agua debido a la evaporación es de alrededor de 1.817 litros/MWh. Más aun, las torres de enfriamiento húmedas requieren una reposición frecuente debido al consumo intensivo de agua causado por las altas tasas de evaporación. Toda el agua evaporada debe ser reemplazada y también, de vez en cuando, cierta cantidad de agua debe purgarse debido al aumento en la concentración de minerales en el tanque, que también debe rellenarse. Generalmente, las torres de enfriamiento húmedas funcionan mejor con agua dulce, resultando en mayores costes operativos.

Otro problema importante de las torres de enfriamiento húmedas es que tienen grandes costes de instalación, operación y mantenimiento. Por ejemplo, para una planta de 2.245 MW, el coste de capital puede alcanzar los 600 millones de dólares.

Además, las torres de enfriamiento húmedas causan el deterioro de la estética urbana y el paisaje. Esto debido a la estructura de la torre y al vapor liberado desde la torre a la atmósfera. El vapor interfiere con la vista del paisaje y puede causar humedecimiento del pavimento, caminos y otras superficies cercanas. Otra limitación de las torres de enfriamiento húmedas es que no aprovechan la energía residual, ya que liberan virtualmente todo el calor residual a la atmósfera como vapor de agua. Por consiguiente, la eficiencia general energética del proceso se ve reducida.

30 Lagunas de enfriamiento

Varios de los sistemas de enfriamiento usados en los procesos industriales emplean lagunas de enfriamiento. Las lagunas de enfriamiento en general consisten de grandes volúmenes de agua contenidos en una laguna desde donde se extrae el agua para enfriamiento. Después de pasar por un proceso de intercambio de calor en la planta, el agua (con una temperatura mayor) se descarga de vuelta a la laguna. El área de la laguna depende típicamente de la capacidad y eficiencia de la planta. Estos tipos de lagunas son usados por casi un quince por ciento (15%) de las plantas termoeléctricas en Estados Unidos que usan carbón u otros combustibles fósiles, en ciclo combinado y plantas nucleares. Las principales desventajas de las lagunas de enfriamiento son las grandes áreas físicas requeridas para su implementación y la mala calidad del agua contenida en la laguna.

El requerimiento de una gran área para la implementación de una laguna de enfriamiento se basa en las bajas temperaturas que deben mantenerse – generalmente bajo 22°C. Esto es porque una vez que la temperatura del agua comienza a subir, el agua de la laguna es más propensa al crecimiento y proliferación de algas y otros organismos que pueden causar problemas en el sistema de enfriamiento y a la laguna misma. De manera que para mantener las temperaturas bajas, las lagunas de enfriamiento deben tener grandes áreas de hasta 2.500 hectáreas. Considerando que el uso de tierra es cada vez más escaso, este tipo de solución se vuelve menos viable.

Otra limitación de las lagunas de enfriamiento es la mala calidad del agua en la laguna. En algunas plantas, el agua para enfriamiento de una laguna debe someterse a tratamientos adicionales tales como filtración y remoción de compuestos que dañan la maquinaria. La mala calidad se debe a la proliferación de microorganismos, algas y partículas que sedimentan. La calidad del agua en estas lagunas las convierte en no atractivas para su uso con propósitos recreacionales, y pueden plantear amenazas a la salud de las personas que usaran la laguna.

También, debido a que no se permite que la temperatura del agua en la laguna de enfriamiento supere los 25-30°C o más, el agua a mayor temperatura no puede usarse para otros propósitos, desperdiciando así valiosa energía térmica.

Industrias de fundiciones

Otras industrias, tales como las industrias de fundición y moldeo, pueden usar un sistema de enfriamiento por agua. Las fundiciones son una industria de gran importancia, especialmente para la minería donde los metales son fundidos para producir otros productos. En el proceso de fundición, se generan gases a temperaturas extremadamente altas,

que deben enfriarse para su posterior liberación o uso. En la actualidad, la mayor parte de las fundiciones usan sistemas de enfriamiento por agua, ya sea sistemas de enfriamiento de reciclo o de un paso.

5 Basados en las necesidades de enfriamiento de varias industrias y las desventajas de los sistemas de enfriamiento existentes, es que existe la necesidad de sistemas de enfriamiento mejorados que operen a menores costes, eviten la polución térmica y el daño térmico asociado a los ecosistemas marinos, usen menos agua, permitan flexibilidad en las localizaciones geográficas, y/o tomen ventaja de la energía térmica generada por el proceso de enfriamiento (por ejemplo intercambiador de calor) para procesos útiles.

Arte previo

10 La patente de Estados Unidos N° 4.254.818 describe en general la prevención de corrosión en el sistema de enfriamiento de una operación industrial con el uso de salmuera acuosa con una concentración de 20-35% en peso. La salmuera circula en un circuito cerrado entre el intercambiador de calor para la operación y una laguna de enfriamiento para mantener la concentración de salmuera deseada, que debe estar entre un 20 y un 35% en peso. El sistema de enfriamiento requiere un sistema de enfriamiento de metal o aleación resistente a la corrosión por agua y por la solución acuosa de sal, y también requiere un tanque de enfriamiento que contenga una solución acuosa de sal
15 con una concentración de entre 20 a 35% en peso, y un circuito cerrado entre dicho tanque y el sistema de enfriamiento a través del cual la salmuera circula. El sistema contempla la reposición de agua para reemplazar las pérdidas y mantener la concentración de sal, con el fin de mantener la concentración deseada de la salmuera. También existe la opción de usar un recipiente auxiliar o tanque para la precipitación de carbonato de calcio y sulfato de calcio desde el agua efluente desde el enfriamiento de la operación industrial, y transferir el agua sin esas sales a la laguna de enfriamiento, con la opción de recuperar las sales.

20 El documento EP0589707 A1 divulga un sistema para proporcionar agua de enfriamiento de alta calidad microbiológica a un proceso industrial.

El documento US2007/0045203 A1 divulga un aparato móvil para limpiar agua de recirculación de la torre de enfriamiento por succión y filtración del agua de enfriamiento que contiene partículas asentadas.

25 La patente de Estados Unidos N° 4.254.818 requiere el uso de agua con una cierta concentración de sal, en el rango de 20 a 35% en peso, restringiendo así el tipo de agua que puede usarse. También, esta patente no describe el uso de agentes oxidantes y floculantes o coagulantes, ni tampoco describe la remoción de sólidos suspendidos, algas, bacterias, metales y materia orgánica. Además, esta patente no proporciona un sistema de filtrado económico. En su lugar, esta patente divulga el uso de tanques auxiliares con el propósito de precipitar carbonato de calcio y sulfato de calcio, resultando en costes de instalación y mantenimiento más elevados.
30

Resumen

35 Los aparatos de acuerdo con los principios de la presente invención proporcionan un proceso industrial con agua para enfriamiento de alta calidad, a menudo comparable con la calidad del agua de piscinas, a muy bajo coste. En algunas realizaciones, se describe un sistema de enfriamiento coordinado que comprende un gran contenedor para almacenar agua que se utiliza para alimentar un proceso industrial, donde el agua es inicialmente condicionada y mantenida a una alta calidad, y luego se recicla para alcanzar un sistema de enfriamiento sustentable en el tiempo. Adicionalmente, el agua calentada en el proceso industrial puede opcionalmente ser usada para otros propósitos, tales como calefacción residencial, producción de agua caliente, desalinización térmica y calefacción de invernaderos, como también para diversos otros propósitos industriales y residenciales. En la desalinización térmica, el agua que se va a desalinizar necesita calentarse antes de pasar a través del proceso de destilación. Por lo tanto, el agua calentada del contenedor puede usarse para propósitos de calentamiento en el proceso de desalinización térmica.
40

También, las industrias que usan agua u otros fluidos a altas temperaturas pueden emplear esta agua "precalentada" para producir vapor de agua o vapor o para aumentar la temperatura de otro fluido por vía de intercambio de calor, mejorando así la eficiencia en la energía y costes.

45 En el caso de sistemas de enfriamiento utilizados en plantas generadoras de electricidad, la presente invención proporciona un sistema coordinado de enfriamiento que tiene múltiples ventajas sobre otros sistemas existentes, tal como ser de bajo coste, amigable con el medio ambiente, y sustentable en el tiempo. La presente invención usa menos agua que otros sistemas, permitiendo así a las industrias localizarse en lugares no imaginados previamente. Más aun, como la laguna absorbe calor desde el proceso de enfriamiento, una gran laguna templada (por ejemplo, un reservorio de energía térmica) puede crearse de manera que puede ser usado para muchos propósitos industriales y recreacionales. Por ejemplo, si todas las plantas termoeléctricas usaran la presente invención para propósitos de enfriamiento, que permite el uso de energía térmica que de otra manera se desperdiciaría, las emisiones de CO₂ se reducirían en hasta un 50% en el mundo.
50

55 A diferencia de la tecnología de enfriamiento de un paso actual, la presente invención proporciona un sistema que incluye una laguna templada que opera en circuito cerrado, de manera económica, sustentable y amigable con el

5 medio ambiente. El sistema evita los efectos adversos de contaminación térmica asociada con la descarga del agua a altas temperaturas al mar y el impacto en los organismos marinos. Finalmente, la presente invención ayudará a prevenir la alta mortalidad de organismos acuáticos que puede ocurrir debido a los sistemas de succión de los dispositivos del arte previo y su paso a través de los sistemas de enfriamiento industrial. Además, permitirá la localización de las plantas en una variedad de localizaciones geográficas. En algunas ocasiones, la relocalización de una planta podría permitir el ahorro de energía (por ejemplo, ya que la planta debe localizarse cerca del lugar donde la energía se usa o cerca de los centros de demanda sin grandes distancias entre la generación y el consumo).

10 Más aun, la presente invención puede aumentar la eficiencia de los intercambiadores de calor a través del uso de agua de muy alta calidad (por ejemplo, comparable al agua de piscinas) a bajo coste. Por ejemplo, el agua de mar tiene en promedio una transparencia de 2 metros horizontales, mientras que el agua de la presente invención tiene una transparencia horizontal de hasta 40 metros. El agua de mar también contiene una gran cantidad de bacterias, mientras que el agua de la presente invención contiene cantidades significativamente reducidas de materia orgánica, preferentemente muy poca o ninguna materia orgánica, después del tratamiento. Así, el agua de la presente invención minimizará las bioincrustaciones y prevendrá la formación de depósitos en las tuberías que reducen la transferencia de calor. El agua para enfriamiento de la presente invención es reciclada con mínimo reemplazo, donde dicho reemplazo de agua en la presente invención se necesita principalmente por la evaporación de la laguna.

15 Finalmente, la presente invención puede permitir el uso de la energía residual térmica descartada por los procesos industriales. Por ejemplo, la temperatura elevada del agua que retorna a la laguna de enfriamiento puede usarse para otros propósitos, tal como calefacción residencial, producción de agua caliente, desalinización térmica, u otros usos industriales y residenciales.

20 Al compararse con torres de enfriamiento húmedas, la presente invención proporciona un método de enfriamiento coordinado aplicado a un sistema que repone cerca de un 20% menos de agua comparado a las torres de enfriamiento y evapora cerca de 20% menos agua a la atmósfera (basado en estimaciones actuales y temperatura ambiental y humedad). Por tanto, la presente invención es mejor para el ambiente y los recursos naturales. Las grandes lagunas aquí descritas también aportan beneficios en términos de reducción de costes, alcanzando ahorros estimados en hasta un 50% con respecto a la construcción y operación de las torres de enfriamiento húmedas. Además, la presente invención crea una laguna que puede usarse para recreación o como atracción turística. Por ejemplo, se pueden crear lagunas templadas muy grandes que pueden usarse para recreación a lo largo del año. Y como se ha indicado antes, el calor residual de la laguna puede usarse para otros propósitos industriales o residenciales. Las lagunas con propósitos recreacionales o industriales pueden organizarse en distintas configuraciones con el fin de permitir varias lagunas de enfriamiento al mismo tiempo. Tales lagunas pueden configurarse en serie, en paralelo, y acoplado una laguna a la otra.

25 También en la presente invención se proporciona un sistema con varias ventajas sobre las lagunas de enfriamiento. Primero que todo, el agua tratada aquí puede alcanzar temperaturas de hasta 30°C, o hasta 50°C o más, y aun mantener una excelente calidad, comparable al agua de piscinas convencionales. Por tanto, el área de superficie expuesta de las lagunas aquí descritas puede ser al menos 3 a 10 veces menores que la superficie expuesta de las lagunas de enfriamiento tradicionales. También, si el agua se mantiene a temperaturas mayores, por ejemplo 40°C, se pueden alcanzar mayores reducciones de área, volviendo a las lagunas aquí descritas aún más beneficiosas. Al reducir el área de superficie requerida para el contenedor o la laguna artificial, las plantas industriales se pueden construir y operar en áreas que antes no era posible. Más aun, la calidad del agua proporcionada por la presente invención supera por mucho la calidad de muchos lagos artificiales, con una alta claridad del agua a temperaturas que pueden caer en el rango de entre alrededor de 20°C a alrededor de 50°C o más.

35 En general, la presente invención divulga aparatos que comprenden sistemas para proporcionar agua de alta pureza y claridad de una laguna artificial construida u otro cuerpo de agua grande (por ejemplo, contenedor). Esta agua puede usarse como fluido de transferencia de calor para enfriar diversos procesos industriales. Las realizaciones de la presente invención están dirigidas al uso de grandes cantidades de agua para los procesos de enfriamiento industrial en una manera económica y sustentable. El contenedor o laguna artificial que proporciona el agua puede actuar como disipador de calor, absorbiendo el calor residual desde el proceso industrial a través de la transferencia de calor al agua para enfriamiento circulante.

40 50 En la presente invención, se proporciona un aparato, como se define en la reivindicación 1, dicho aparato que comprende un sistema para proporcionar agua para enfriamiento con alta calidad microbiológica para una planta industrial.

55 En el sistema, el fondo del contenedor comprende generalmente membranas, geomembranas, membranas de geotextil, revestimientos de plástico, hormigón, hormigón recubierto o combinaciones de los mismos. El medio de coordinación es capaz de recibir información, procesar esa información y activar otros procesos, tales como medios de aplicación de productos químicos, medios de succión móviles y los medios de filtración. Los medios de aplicación de productos químicos comprenden generalmente inyectores, rociadores, aplicación manual, distribuidores en peso, tuberías o combinaciones de los mismos. Los medios propulsores accionan los medios de succión móviles y comprenden típicamente un sistema de riel, un sistema de cables, un sistema autopropulsado, un sistema propulsado

5 manualmente, un sistema robótico, un sistema guiado desde una distancia, un bote con un motor, un dispositivo flotante con un motor, o una combinación de los mismos. Los medios de filtración comprenden frecuentemente filtros de cartucho, filtros de arena, microfiltros, ultrafiltros, nanofiltros, o una combinación de los mismos, y están conectados generalmente a los medios de succión móviles mediante una línea recolectora que comprende una manguera flexible, una manguera rígida, un tubo, o una combinación de los mismos.

10 La presente invención aborda diversos problemas ambientales que surgen de los procesos de enfriamiento industrial, incluyendo la polución térmica y el impacto negativo sobre el medio ambiente causado por tal polución térmica. El inventor de la tecnología aquí descrita, Sr. Fernando Fischmann, ha desarrollado muchos nuevos avances en la tecnología de tratamiento de agua que están siendo rápidamente adoptados alrededor del mundo. En un corto período de tiempo, las tecnologías del inventor relacionadas con lagunas cristalinas recreacionales han sido incorporadas en más de 180 proyectos alrededor del mundo. El inventor y sus avances en la tecnología de tratamiento de agua han sido el tema de más de 2.000 artículos, como puede verse en <http://press.crystal-lagoons.com/>. El inventor también ha recibido importantes premios internacionales por innovación y emprendimiento relacionados con estos avances en tecnologías de tratamiento de agua y ha sido entrevistado por importantes medios incluyendo CNN, BBC, FUJI, y Businessweek de Bloomberg.

Breve descripción de las figuras

Los dibujos que se acompañan, que se incorporan y constituyen parte de esta divulgación, ilustran diversas realizaciones de la presente invención. En los dibujos:

La Figura 1 es un gráfico que ilustra el aumento en la generación eléctrica en el mundo, en TWh, desde 1993 a 2008.

20 La Figura 2 es un diagrama esquemático del flujo de un proceso ilustrando un sistema de intercambio de calor de una realización de la presente invención.

La Figura 3 es un diagrama esquemático del flujo de un proceso ilustrando el uso de agua desde una estructura que contiene agua, tal como una laguna, como un fluido de transferencia de calor en una realización de la presente invención.

25 La Figura 4 muestra una vista superior de la estructura que contiene agua, tal como una laguna, en una realización de la invención.

La Figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra posibles usos recreacional e industrial de una estructura que contiene agua, tal como laguna, en realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

30 Definiciones

A la luz de la presente divulgación, los siguientes términos o expresiones deben entenderse con los significados descritos aquí adelante.

35 Los términos "contenedor" o "medios contenedores" o "estructura contenedora de agua" se usan aquí generalmente para describir cualquier gran cuerpo de agua artificial, incluyendo lagunas artificiales, lagos artificiales, estanques artificiales, piscinas y similares.

El término "medios de coordinación" se usa aquí generalmente para describir un sistema automatizado que es capaz de recibir información, procesarla y tomar una decisión de acuerdo con ella. En una realización de la invención, esto podría hacerse mediante un ordenador conectado a sensores.

40 El término "medios de aplicación de químicos" se usa aquí generalmente para describir cualquier sistema que pueda agregar o aplicar químicos, por ejemplo, al agua en el contenedor o laguna.

El término "medios de succión móvil" se usa aquí generalmente para describir cualquier dispositivo de succión que pueda viajar por el fondo de la superficie del contenedor y succionar cualquier material sedimentado o partículas.

El término "medios de propulsión" se usa aquí generalmente para describir cualquier dispositivo de propulsión que proporcione movimiento, ya sea tirando o empujando otro dispositivo.

45 El término "medios de filtración" se usa aquí generalmente para describir cualquier sistema de filtración, incluyendo sistemas que comprenden filtros, coladores y/o separadores, y similares.

Como se usa aquí, los tipos generales de agua y su concentración de Sólidos Totales Disueltos (TDS) (en mg/L) son Dulce, con $TDS \leq 1.500$; Salada, con $1.500 < TDS \leq 10.000$; y Agua de mar, con $TDS > 10.000$.

Como se usa aquí, el término "agua de alta calidad microbiológica" comprende un conteo de bacterias aeróbicas de menos de 200 unidades formadoras de colonia "CFU"/ml, más preferentemente menos de 100 CFU/ml, y más preferentemente menos de 50 CFU/ml.

5 Como se usa aquí, el término "alta claridad" comprende un nivel de turbidez preferido de menos de 12 Unidades de Turbidez Nefelométricas "NTU", más preferentemente menos de 10 NTU, y más preferentemente de menos de 7NTU.

Como se usa aquí, el término "pequeña fracción" correspondiente al volumen de agua filtrada comprende un flujo de hasta 200 veces menos que el flujo filtrado en sistemas de filtración de piscinas tradicionalmente configurado.

10 Como se usa aquí, el término "sistema tradicional de filtración de agua de piscina" o "sistema convencional de filtración de agua de piscina" comprende un sistema de filtración que filtra el volumen de agua completo que debe tratarse, desde 1 a 6 veces por día, típicamente con una unidad de filtración centralizada.

Modos para llevar a cabo la invención

15 Como se ha discutido anteriormente, los sistemas de enfriamiento industrial requieren típicamente de grandes volúmenes de agua de alta calidad y bajos costes para alimentar los intercambiadores de calor para procesos de condensación o enfriamiento en varias industrias. En general, el agua se usa en intercambiadores de calor, ya que tiene una capacidad calórica 4 veces mayor que la del aire, permitiendo mayor eficiencia en la transferencia de calor. En el proceso de intercambio de calor, el agua para enfriamiento entra al intercambiador a una temperatura inicial, luego absorbe el calor aumentando la temperatura del agua para enfriamiento, por ejemplo, al menos 3°C, o entre 3°C y 20°C, o alrededor de 10°C. Luego, el agua para enfriamiento a una temperatura mayor deja el intercambiador de calor y se descarga, reciclándose de vuelta a la laguna, o se emplea en otro proceso corriente abajo. Por ejemplo, la laguna artificial puede usarse para disminuir la temperatura del agua que sale del proceso de enfriamiento industrial, pero antes el agua de enfriamiento se descargue a la fuente de agua.

20 Más aun, la calidad del agua para enfriamiento es también muy importante, porque dependiendo de su calidad, la transferencia de calor en los intercambiadores de calor tendrá una eficiencia mayor o menor, afectando así los costes de operación y mantenimiento de la planta. La calidad del agua de enfriamiento que se usa hoy en día depende de manera importante en la fuente de agua desde donde se extrae el agua, ya sea del mar, ríos, lagos, etc.

25 La presente invención se relaciona con un sistema para proporcionar un proceso industrial con agua para enfriamiento de alta calidad microbiológica, comparable a la calidad del agua de piscinas, a muy bajo coste. Al recircular el agua de enfriamiento, se puede alcanzar un proceso sustentable y al mismo tiempo, se pueden calentar grandes volúmenes de agua, creando así reservorios de energía térmica para otros usos tales como calefacción residencial, producción de agua caliente, desalinización térmica, calefacción de invernaderos, y similares, como también otros usos industriales y residenciales.

30 Se pueden proveer grandes volúmenes de agua tratada desde un gran contenedor o laguna artificial. El área de la superficie del contenedor o laguna puede definirse en algunas realizaciones por la cantidad de energía que se necesita disipar en el proceso industrial. De acuerdo con esta invención, el área de la superficie varía de 50 m² a 30.000 m² por MW de enfriamiento requerido en el proceso industrial. En algunas realizaciones el área puede estar en el rango de 50 m² a 2.000 m², o desde 50 m² a 10.000 m², o desde alrededor de 50 m² a 5.000 m², por MW de enfriamiento requerido por el proceso industrial. El contenedor o laguna puede usarse para fines recreacionales o industriales y puede organizarse en distintas configuraciones con el fin de permitir el uso de varias lagunas de enfriamiento artificiales o contenedores al mismo tiempo. Tales lagunas o contenedores pueden estar configurados en serie, en paralelo, y acoplando una laguna o contenedor a otro.

35 En consistencia con las realizaciones aquí divulgadas, los sistemas pueden tratar grandes volúmenes de agua a bajo coste. Generalmente, esto involucra purificar el agua y eliminar sólidos suspendidos del agua sin filtrar la totalidad del volumen de agua, sino que solo filtrando una pequeña fracción, correspondiente a un volumen hasta 200 veces menor que para métodos de filtración de agua de piscinas. El agua tratada producida por estos sistemas puede usarse como agua de enfriamiento para propósitos industriales, tales como agua de entrada a un proceso industrial de intercambio de calor.

40 La Figura 2 ilustra una realización de la presente invención dirigida a un sistema de intercambio de calor. El sistema de la Figura 2 se muestra para un proceso (9) simplificado de una central termoeléctrica. Sin embargo, el concepto general de intercambio de calor en la Figura 2 puede aplicarse a cualquier proceso industrial donde el enfriamiento de un material o aparato se requiera. En la Figura 2, un vapor pasa a través de una o más turbinas (5), y luego fluye al intercambiador de calor (3) donde el vapor se condensa. El vapor calentado (7) entra al intercambiador de calor, donde el calor es absorbido, y el material sale como un condensado (8). El condensado (8) pasa a través de un sistema de bombeo (6), donde se impulsa a una caldera (4) para transformarse nuevamente en vapor para pasar a través de las turbinas (5). En el intercambiador de calor (3), el fluido que absorbe el calor puede ser agua para enfriamiento de entrada (1), que entra a una temperatura predeterminada, pasa a través del intercambiador de calor y absorbe el calor desde el vapor (7), y sale (2) a una temperatura más alta.

Un aparato de la invención incluye generalmente un medio de contención, un medio de coordinación, un medio de aplicación de producto químico, un medio de succión móvil y un medio de filtración. La Figura 3 ilustra una realización de un sistema de la invención, donde el agua desde un contenedor o laguna artificial se usa como fluido de intercambio de calor en un proceso industrial. El sistema puede comprender una línea de entrada de agua (11) a un contenedor o laguna artificial (12). El contenedor o laguna artificial tiene un volumen de 10.000 m³, o alternativamente al menos de 50.000 m³. Se considera que el contenedor o laguna pueden tener un volumen de 1 millón m³, 50 millones m³, 500 millones m³, o más. El contenedor o laguna artificial (12) puede tener un fondo (13) que puede recibir material sedimentado, tales como bacterias, algas, sólidos suspendidos, metales y otras partículas que sedimentan desde el agua. También existe un medio de coordinación (10) que monitoriza y controla los procesos con el fin de ajustar los parámetros (14) de calidad del agua dentro de sus límites respectivos. Tales procesos incluyen la activación (16) de un medio de aplicación de químicos (18) y la activación (17) de medios de succión móvil (22). El medio de succión móvil (22) se mueve a través del fondo de la laguna, succionando agua que contiene partículas sedimentadas producidas por cualquiera de los procesos divulgados aquí que puedan afectar la calidad del agua. También existen medios de propulsión (23) que proporcionan movimiento al medio de succión móvil, de manera que el medio de succión móvil pueda viajar por el fondo de la laguna. El agua succionada puede enviarse a un medio de filtración (20) que filtra el agua que contiene partículas sedimentadas, eliminando así la necesidad de filtrar la totalidad del volumen de agua (por ejemplo, filtrando solo una pequeña fracción del agua en la laguna por el mismo período de tiempo que un sistema de filtración típico para una piscina). El agua succionada puede enviarse al medio de filtración por medio de una línea de recolección (19) conectada al medio de succión. También existe una línea de retorno (21) desde los medios de filtración de vuelta a la laguna para devolver el agua filtrada. Una línea de entrada de agua (1) proporciona agua para enfriamiento desde la laguna a un proceso industrial (9), tal como un intercambiador de calor, una línea de retorno (2) se proporciona para el agua con mayor temperatura que viene desde el proceso industrial de enfriamiento de vuelta a la laguna. En algunas realizaciones, esta agua que viene desde un proceso de enfriamiento industrial de vuelta a la laguna no agrega más de 10ppm de hierro al agua en el contenedor o laguna. Los medios de coordinación (10) pueden variar el flujo de agua para enfriamiento tratada al proceso industrial (9). El proceso industrial (9) puede enviar información (15) a los medios de coordinación (10) para establecer los límites predeterminados de calidad de agua.

La línea de entrada de agua (11) puede comprender agua tratada, agua dulce, agua salada o agua de mar que será tratada de acuerdo con un sistema de la invención. El sistema puede incluir un medio de coordinación (10) que permiten la activación oportuna de los procesos requeridos para ajustar los parámetros de control (por ejemplo parámetros de calidad de agua) dentro de los límites especificados por el operador o predeterminados. En realizaciones, el proceso industrial (9) puede enviar información (15) al medio de coordinación (10) para establecer los límites predeterminados de calidad de agua. La presente invención usa mucho menos químicos que sistemas para el tratamiento de agua de piscinas tradicionales, ya que los químicos se aplican de acuerdo a las necesidades del sistema usando un algoritmo que depende de la temperatura del agua, evitando así mantener concentraciones permanentes de químicos en el agua, que resulta en mayores costes operacionales. Por tanto, puede existir una considerable reducción en la cantidad de químicos usados, de hasta 100 veces comparado con los tratamientos de agua de piscinas convencionales, lo que permite disminuir mucho los costes de operación.

El agua que retorna a la laguna empieza a circular lentamente y se mezcla con el volumen completo de agua en la laguna para alcanzar una menor temperatura. El calor puede perderse debido al intercambio con el medio ambiente ya sea por conducción, convección y/o evaporación. Existe al menos un punto de extracción (1) del agua desde la laguna hacia el proceso industrial y al menos un punto de retorno (2) del agua a mayor temperatura desde el proceso industrial a la laguna, y beneficiosamente se pueden separar por una distancia tal que la temperatura del agua en el punto de extracción no se ve afectada por la temperatura del agua en el punto de retorno. Más aun, se pueden realizar reducciones de área/volumen de la laguna si la temperatura del agua en el punto de retorno y/o la temperatura del agua de la laguna son mayores.

La información recibida por los medios de coordinación puede obtenerse por métodos empíricos, algoritmos basados en experiencia, por detectores electrónicos, o combinaciones de los mismos.

El medio de coordinación comprende dispositivos electrónicos, y es capaz de recibir información, procesar esa información y activar otros procesos.

Un ejemplo de un medio controlador es un dispositivo computacional, tal como un ordenador personal. Los medios de coordinación pueden también incluir sensores usados para recibir información referente a los parámetros de calidad del agua.

El medio de aplicación de químicos es activado por medio de los medios de coordinación y aplican o dispensan los químicos al agua. Los medios de aplicación de químicos pueden incluir, pero no están limitados a, inyectoros, aspersores, aplicación manual, dispensadores por peso, tuberías y combinaciones de los mismos.

El fondo del contenedor o de la laguna en general comprende o está cubierto con un material no poroso. Los materiales no porosos pueden ser membranas, geomembranas, membranas de geotextiles, revestimientos plásticos, hormigón, hormigón recubierto o combinaciones de los mismos. En una realización preferida de la invención, el fondo del contenedor o de la laguna artificial puede comprender un revestimiento plástico.

Los medios de succión móvil se mueven a lo largo del fondo del contenedor o laguna, succionando agua que contiene partículas sedimentadas y materiales producidos por cualquiera de los métodos aquí divulgados. Unos medios de propulsión se pueden acoplar a los medios de succión móvil, permitiendo que los medios de succión móvil viajen por el fondo del contenedor o laguna. Los medios de propulsión impulsan a los medios de succión móvil usando un sistema tal como un sistema de rieles, un sistema de cables, un sistema autopropulsado, un sistema propulsado manualmente, un sistema robótico, un sistema guiado a distancia, un bote con un motor o un dispositivo flotante con un motor, o combinaciones de los mismos. En una realización preferente de la invención, los medios de propulsión comprenden un bote con un motor.

El agua succionada por los medios de succión móvil es enviada a los medios de filtración. Los medios de filtración reciben el flujo de agua succionada por los medios de succión móvil y filtran el agua succionada que contiene partículas sedimentadas y materiales, eliminando así la necesidad de filtrar la totalidad del volumen de agua (por ejemplo, filtrando solamente una pequeña fracción). Los medios de filtración pueden incluir, pero no están limitados a, filtros de cartucho, filtros de arena, microfiltros, ultrafiltros, nanofiltros, y combinaciones de los mismos. El agua succionada puede enviarse a los medios de filtración a través de una línea recolectora conectada a los medios de succión móvil. La línea recolectora puede seleccionarse entre mangueras flexibles, mangueras rígidas, tuberías de cualquier material, y combinaciones de los mismos. El sistema puede incluir una línea desde los medios de filtración de vuelta al contenedor o laguna para retornar el agua filtrada.

La Figura 4 muestra una vista superior de un sistema. El contenedor o laguna artificial (12) puede incluir un sistema de tuberías de alimentación de entrada (11) para rellenar el contenedor o laguna debido a la evaporación u otras pérdidas de agua (por ejemplo, purgas o infiltración). El sistema también puede incluir inyectores (24) organizados a lo largo del perímetro del contenedor o laguna artificial para aplicar o dispensar los químicos al agua. También se pueden usar espumaderas (25) para retirar aceites y partículas de la superficie.

La invención proporciona un aparato como se define en la reivindicación 1.

Este aparato permite la eliminación de compuestos o materiales que son susceptibles de asentarse mediante la adición de un agente químico, puesto que los medios de succión móviles pueden succionar todas las partículas asentadas desde el fondo del contenedor.

Con el aparato de la presente invención, el tratamiento del agua puede realizarse a bajo coste en comparación con sistemas de tratamiento de agua de piscinas tradicionales, debido al hecho de que la presente invención usa menos químicos y consume menos energía que los sistemas de tratamiento de agua de piscinas. En un aspecto, el presente aparato utiliza mucho menos químicos porque aplica un algoritmo para mantener un ORP (Potencial de oxidoreducción) de al menos 500 mV por un período de tiempo determinado dependiendo de la temperatura del agua, manteniendo así una alta calidad microbiológica de acuerdo a las reales necesidades del agua. El presente aparato como el aquí descrito comprende medios de coordinación, que determinan cuando aplicar los químicos necesarios con el fin de ajustar los parámetros controlados dentro de sus límites, basado en la información recibida del sistema. Debido a que se usan medios de coordinación, los químicos se aplican solo cuando es necesario, evitando la necesidad de mantener una concentración permanente de químicos en el agua. Por lo tanto, se produce una considerable reducción en la cantidad de químicos, de hasta 100 veces menos que en sistemas de tratamiento de agua en piscinas tradicionales, resultando en costes de operación y mantenimiento reducidos.

En otra realización, el aparato de la invención filtra solo una pequeña fracción del volumen total de agua dentro de un período de tiempo particular, comparado con los sistemas de filtración de piscinas tradicionales que filtran un volumen de agua mucho mayor en el mismo período de tiempo. En una realización, la pequeña fracción del volumen total de agua es hasta 200 veces menor que el flujo procesado en sistemas de filtración de piscinas tradicionales, en que se filtra la totalidad del volumen de agua. Los medios de filtración en el sistema de la invención operan en cortos períodos de tiempo debido a las órdenes recibidas desde los medios de coordinación. Por tanto los medios de filtración tienen una muy pequeña capacidad, resultando en costes de capital y consumo de energía hasta 50 veces menores comparándolo con la unidad centralizada de filtración requerida en el sistema de filtrado convencional de piscinas.

El agua tratada por el aparato de la invención puede proporcionarse desde una fuente natural de agua, tal como océanos, aguas subterráneas, lagos, ríos, agua tratada o combinaciones de ellas.

Los agentes desinfectantes pueden aplicarse al agua por medio de los medios de aplicación de químicos, con el fin de mantener un nivel de ORP de al menos 500 mV por un período mínimo de tiempo de acuerdo a la temperatura del agua, dentro de períodos de 7 días cada vez. Los agentes desinfectantes incluyen, pero no están limitados a, ozono, productos de biguanidina, agentes alguicidas y antibacterianos tales como productos de cobre; sales de hierro; alcoholes; cloro y compuestos clorados; peróxidos; compuestos fenólicos; yodóforos; compuestos de aminas cuaternarias (poliquats) en general, tal como cloruro de benzalconio y S-triazina; ácido peracético; compuestos a base de halógeno; compuestos a base de bromo, y combinaciones de los mismos.

Si la temperatura es de hasta e incluyendo 35°C, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500mV por un período mínimo de 1 hora por cada °C de temperatura del agua. Por ejemplo, si la temperatura del agua es de 25°C, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500mV por un período mínimo de 25 horas, que puede distribuirse durante el período de 7 días.

- 5 Si la temperatura del agua es mayor que 35°C y menor que 70°C, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500 mV durante un período mínimo de horas que se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$[35 \text{ horas}] - [\text{Temperatura del agua en } ^\circ\text{C} - 35] = \text{período mínimo de horas.}$$

Por ejemplo, si la temperatura del agua es de 50°C, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500 mV por un período mínimo de 20 horas ($[35]-[50-35]$), que puede distribuirse durante el período de 7 días.

- 10 Finalmente, si la temperatura es de 70°C o más, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500mV por un período mínimo de 1 hora durante el período de 7 días.

Los agentes oxidantes pueden aplicarse o dispersarse en el agua para mantener y/o prevenir que las concentraciones de hierro y manganeso excedan las 1,5 ppm. Agentes oxidantes apropiados incluyen, pero no están limitados a, sales de permanganato; peróxidos; ozono; persulfato de sodio; persulfato de potasio; oxidantes producidos por métodos electrolíticos; compuestos basados en halógenos; y combinaciones de los mismos. Generalmente, los agentes oxidantes se aplican y/o se dispersan en agua por a través de los medios de aplicación de químicos.

- 15

Se pueden aplicar o dispersar agentes anti-incrustantes en el agua para reducir o prevenir las incrustaciones, por ejemplo, de un intercambiador de calor en un proceso industrial. Ejemplos no limitantes de agentes anti-incrustantes incluyen, pero no están limitados a, compuestos basados en fosfonatos, tales como ácido fosfónico, PBTC (ácido fosfobutan-tricarboxílico), cromatos, polifosfatos de zinc, nitritos, silicatos, sustancias orgánicas, soda cáustica, polímeros basados en ácido málico, poliácido de sodio, sales de sodio de ácido etilen-diamina tetracético, inhibidores de la corrosión tales como benzotriazol, y combinaciones de los mismos.

- 20

Se puede aplicar o dispersar en el agua un floculante o agente coagulante para agregar, aglomerar, coalescer y/o coagular las partículas sospechosas en el agua, que luego se depositan en el fondo de los medios de contención. Generalmente, los agentes floculantes o coagulantes son aplicados o dispersados en el agua por medios de aplicación de químicos. Los agentes floculantes o coagulantes apropiados incluyen, pero no están limitados a, polímeros tales como polímeros catiónicos y polímeros aniónicos; sales de aluminio, tales como clorhidrato de aluminio, alumbre y sulfato de aluminio; compuestos de amonio cuaternario; quats y poli-quats; óxido de calcio; hidróxido de calcio; sulfato ferroso; cloruro férrico; poliácido de sodio; silicato de sodio; productos naturales tales como quitosano, gelatina, goma guar, alginatos, semillas de moringa; derivados de almidón; y combinaciones de los mismos. La fracción del agua en que los floculos se recolectan o sedimentan es generalmente la capa de agua a lo largo del fondo del contenedor. Los floculos forman un sedimento en el fondo del contenedor que pueden ser retirados por los medios de succión móvil sin requerir que toda el agua en los medios contenedores sea filtrada, por ejemplo, solo se filtra una pequeña fracción.

- 25
30

Los medios de aplicación de químicos y los medios de succión móvil en el aparato de la invención se activan oportunamente por parte de los medios de coordinación, con el fin de ajustar los parámetros controlados dentro de sus límites respectivos. Los medios de aplicación de químicos y los medios de succión móvil son activados de acuerdo con las necesidades del sistema, resultando en la aplicación de mucho menos químicos comparado a sistemas de tratamiento de agua de piscinas convencionales, y el filtrado de una pequeña fracción del volumen total de agua, hasta 200 veces más pequeño comparado con los sistemas de filtración de agua de piscinas convencionales que filtran la totalidad del volumen de agua dentro del mismo período de tiempo. En algunas realizaciones aquí contempladas, la "pequeña fracción" de agua que se filtra puede ser menor que alrededor de 30%, menor que alrededor de 25%, menor que alrededor de 20%, menor que alrededor de 15%, menor que alrededor de 10%, menor que alrededor de 9%, menor que alrededor de 8%, menor que alrededor de 7%, menor que alrededor de 6%, menor que alrededor de 5%, menor que alrededor de 4%, menor que alrededor de 3%, menor que alrededor de 2%, menor que alrededor de 1%, menor que alrededor de 0,9%, menor que alrededor de 0,8%, menor que alrededor de 0,7%, menor que alrededor de 0,6 %, menor que alrededor de 0,5%, por día del volumen total de agua.

- 35
40
45

En el sistema aquí divulgado, los medios de coordinación pueden recibir información respecto de los parámetros de calidad del agua y sus respectivos límites. La información recibida por los medios de coordinación puede obtenerse por métodos empíricos. Los medios de coordinación son también capaces de recibir información, procesar esa información, y activar los procesos requeridos de acuerdo con esa información, incluyendo combinaciones de los mismos. Un ejemplo de un medio de coordinación es un dispositivo computacional, tal como un ordenador personal, conectado a sensores que miden los parámetros y activan los procesos de acuerdo con tal información.

- 50

Los procesos representativos que son activados por los medios de coordinación incluyen:

- Activación oportuna de los medios de aplicación de químicos, proporcionando información acerca de la dosificación y adición del químico apropiado para mantener los parámetros de calidad de agua controlados dentro de sus respectivos límites.

5 - Activación oportuna de los medios de succión móvil, que puede activar simultáneamente los medios de filtración para filtrar el agua succionada por los medios de succión móvil, filtrando así solo una pequeña fracción del agua en el contenedor o laguna artificial, comparado con los sistemas de filtración centralizados de piscinas.

10 Los medios de coordinación también proporcionan información a los medios de succión móvil para activar los medios de succión móvil. Los medios de coordinación activan simultáneamente los medios de filtración para filtrar el flujo succionado por los medios de succión móvil, es decir, filtrando solo una pequeña fracción del volumen completo de agua. Los medios de succión móvil son activados por los medios de coordinación para prevenir que el espesor del material sedimentado, generalmente, exceda de 100mm. Los medios de filtración y medios de succión móvil operan solo cuando es necesario para mantener los parámetros del agua dentro de sus límites, por ejemplo, solo unas pocas horas al día, en contraposición a los sistemas de filtración convencional que operan sustancialmente de manera continua. En otras realizaciones, los medios de succión móvil pueden prevenir que el espesor del material sedimentado exceda de 50 mm, o 25 mm, o 15 mm. En algunas circunstancias, el contenedor o laguna artificial puede usarse con fines recreacionales además de ser una fuente de agua para enfriamiento para procesos industriales.

20 Los medios de succión móvil viajan a lo largo del fondo de la laguna artificial, succionando exhaustivamente el flujo de agua que contiene las partículas sedimentadas, permitiendo así que el fondo de la laguna sea fácilmente visible a través del agua. Más aun, el fondo de la laguna puede ser de cualquier color, incluyendo blanco, amarillo, o celeste, a menudo proporcionando al agua un color atractivo. En una realización, la visibilidad horizontal a través del agua en la laguna puede ser de al menos 4 metros, al menos 6 metros, al menos 10 metros, o al menos 15 metros, y en algunos casos hasta de 40 metros.

25 Además de los usos para fines de enfriamiento, el agua en la laguna artificial puede tener calidad y pureza suficientes para cumplir con regulaciones gubernamentales para agua recreacional con contacto directo y/o regulaciones gubernamentales respecto de la calidad de agua de piscinas. Por ejemplo, el agua contenida en la laguna artificial puede cumplir los requisitos bacteriológicos para agua recreacional con contacto directo de la Agencia de Protección Medio ambiental, EPA [Criterios de EPA para baño (contacto corporal completo) Aguas Recreacionales, 1986].

30 La Figura 5 ilustra realizaciones de diversos usos recreacionales e industriales de un contenedor o laguna artificial (12) divulgado aquí. El contenedor o laguna artificial (12) comprende una línea de entrada (2) y una línea de salida (1) para el agua. En una realización (33), se ilustran diversos usos de una laguna que contiene agua calentada (reserva de energía térmica): calefacción residencial (30), abastecimiento de agua caliente para fines de desalinización térmica (28), calefacción de invernaderos (29), o precalentamiento de fluidos de procesos o abastecimiento de agua precalentada para diversos procesos industriales (27), como también otros usos misceláneos industriales y residenciales (31). En otra realización (32), el uso de una laguna (12) que contiene agua calentada (reserva de energía térmica) se ilustra con fines comerciales/recreacionales, tal como la ubicación de proyectos habitacionales alrededor de la laguna (26).

Ejemplos

Ejemplo 1

40 Un aparato de la presente invención se empleó en el proceso de enfriamiento de un generador a petróleo. Un contenedor con un volumen de 200 m³ y un área de superficie de aproximadamente 285 m² se llenó con agua de mar con una concentración TDS de alrededor de 35.000 ppm. La temperatura del agua en el contenedor era de 35°C. Basado en esta temperatura, se mantuvo un ORP de al menos 500 mV por un período de (35x1) 35 horas durante la semana. El lunes, para mantener el ORP por un período de 12 hora, se agregó hipoclorito de sodio al agua con el fin de alcanzar una concentración de 0,16 ppm en el agua. Posteriormente en la semana, el miércoles, el ORP se mantuvo por un período de 9 horas manteniendo la misma concentración de hipoclorito de sodio. Finalmente, el viernes se mantuvo la concentración de 0,16 ppm de hipoclorito de sodio en el agua por las restantes (35-12-9) 14 horas para completar las 35 horas de la semana. No hubo necesidad de realizar un proceso adicional de oxidación para ajustar los niveles de hierro y manganeso, ya que el hipoclorito de sodio tuvo el suficiente potencial rédox para oxidar hierro y manganeso. Se agregó un floculante antes de que la turbidez del agua alcanzara un valor de 7 NTU, y se inyectó Crystal Clear ® hasta alcanzar una concentración de 0,09 ppm en el contenedor.

55 Basado en la información recibida desde el sistema, el medio de coordinación activó al medio de succión antes de que el espesor del material sedimentado sobrepasara los 100 mm. El material sedimentado, producto del método coordinado, fue succionado por un dispositivo que viajó por la superficie del contenedor y el flujo colectado fue filtrado por un filtro de arena a una tasa de 5 L/s. No fue necesario filtrar el volumen completo de agua. El dispositivo de succión extrajo solo una pequeña fracción del volumen completo de agua que contenía los sedimentos, y llevó esta agua hasta el filtro de arena. El agua filtrada fue luego devuelta al contenedor desde el filtro de arena a través de una línea de retorno.

5 El agua condicionada fue usada para enfriar un motor Diesel Hyundai, modelo D6CA. El tipo de motor es un motor de 6 cilindros, vertical, enfriado por agua. El generador fue un Stanford de 125 kVA. El intercambiador de calor del motor Diesel se alimentó con agua filtrada desde el contenedor. La temperatura del agua alimentada al intercambiador era de 35°C y la temperatura del agua descargada de vuelta al contenedor fue de 39,3°C, por tanto, la temperatura del agua para enfriamiento aumentó aproximadamente en 4,3 °C. El flujo de agua de reciclo de cada generador fue de 3,45 L/segundo. De esta manera el generador fue enfriado y al mismo tiempo el calor residual fue usado para calentar el agua del contenedor que se mantuvo a altas temperaturas debido a este intercambio de temperatura. La potencia de enfriamiento térmica fue de aproximadamente 62 kW, resultando en una tasa de superficie/MW de:

$$\frac{285 \text{ m}^2}{0.062 \text{ MW}} = 4,596 \frac{\text{m}^2}{\text{MW}} \quad \frac{285 \text{ m}^2}{0.062 \text{ MW}} = 4,596 \frac{\text{m}^2}{\text{MW}}$$

10 El agua calentada fue usada en una piscina temperada con fines recreacionales, representando así un gran ahorro en energía comparado con el calentamiento de agua con métodos tradicionales (tales como calderas).

Ejemplo 2

15 El aparato de la presente invención puede usarse para tratar y mantener agua para enfriar una planta termoeléctrica de 420 MW. Se puede construir una laguna artificial, con un área de superficie de 360.000 m², un volumen aproximado de 540.000 m³ y con la temperatura del agua alrededor de 45°C. La siguiente tabla muestra las áreas de superficie estimadas (hectárea = ha) que podrían requerirse para enfriar una planta termoeléctrica de 420 MW, basado en la temperatura del agua de la laguna:

Tabla 1

T° Laguna (°C)	25	28	29	30	32	33	35	36	38	39	41	43	45	47	49	50
Área (ha)	555	229	190	161	122	107	86	77	64	59	49	42	36	31	27	25

20 La laguna puede alimentarse por una línea de entrada de agua desde el mar con una concentración de sólidos totales disueltos de aproximadamente 35.000 ppm, hasta que la laguna está llena.

25 La temperatura del agua es de 45 °C, que es mayor que 35°C, así que se mantiene un ORP de al menos 500 mV por un total de 25 horas (35 – [45 – 35]) = 25) distribuidos dentro de un período de 7 días. Por ejemplo, un martes se puede agregar bromuro de sodio con el fin de mantener una concentración de 0,134 ppm en el agua por 12 horas, y luego el viernes de la misma semana, se puede repetir la aplicación del químico de la misma manera por 13 horas, completando así el total de 25 horas en el período de 7 días.

Los medios de coordinación, recibe la información respecto de los parámetros controlados del sistema (por ejemplo, diversos parámetros de calidad del agua). Puede no ser necesario aplicar un agente oxidante al agua, ya que el bromuro de sodio generalmente tiene suficiente potencial rédox para oxidar hierro y manganeso.

30 Para el paso de floculación, se puede inyectar Crystal Clear ® antes de que la turbidez alcance un valor de 7 NTU, para obtener una concentración de 0,08 ppm en el agua. La adición de floculante puede repetirse cada 48 horas.

35 Luego de que han sedimentado bacterias, metales, algas y otros sólidos, y antes de que el espesor de la capa de material sedimentado alcance 15 mm, los medios de coordinación pueden activar los medios de succión móvil, que pueden comprender 9 dispositivos de succión que se mueven por el fondo de la laguna, succionando el agua que contiene cualquiera de las partículas sedimentadas. Cada uno de los 9 dispositivos succionadores pueden estar acoplados a unos medios de propulsión, en este caso, un bote con motor. El flujo de agua que contiene las partículas sedimentadas, para cada dispositivo succionador, puede bombearse por medio de una bomba de 5,5 kW a un medio de filtración a través de mangueras flexibles.

40 El flujo succionado por cada dispositivo de succión puede filtrarse por filtros de arena a una tasa de 21 L/segundo. Así, no hay necesidad de filtrar el volumen completo de agua – sino que solo se filtra la fracción de agua que contiene las partículas sedimentadas succionadas por los dispositivos de succión, que es hasta 200 veces menor que el volumen de agua filtrada por los sistemas de filtración de piscinas tradicionales. El agua filtrada puede devolverse a la laguna a través de una línea de retorno, que puede ser una manguera flexible.

45 El agua tratada puede usarse como agua para enfriamiento para una planta termoeléctrica de 420 MW. La potencia (o calor) que se va a disipar, la tasa de flujo de agua y el aumento de temperatura del agua están correlacionados por la ecuación:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T ,$$

donde c_p es el calor específico del agua a presión constante, aproximadamente:

$$4.000 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

5 Por lo tanto, para una planta de 420 MW, la tasa de flujo de agua para enfriamiento puede ser de 54.000 m³/h con un aumento en la temperatura del agua de alrededor de 7°C. El área de superficie de la laguna es 36 hectáreas, que se convierte en 0,086 hectáreas por cada MW de enfriamiento requerido.

10 La porción de agua para enfriamiento del intercambiador de calor de la planta termoeléctrica puede alimentarse con agua de la laguna, a través de varios medios. La temperatura del agua en la laguna, y por tanto la temperatura de entrada del agua para enfriamiento al intercambiador de calor, es alrededor de 45°C. Después de salir del intercambiador de calor, el agua puede devolverse de vuelta a la laguna a una temperatura de alrededor de 52°C. Así, el agua usada en el proceso de enfriamiento industrial aumenta en temperatura en alrededor de 7°C.

15 El agua devuelta a la laguna, que tiene una mayor temperatura, empieza a fluir lentamente a través de la laguna, mezclándose con el volumen de agua completo, reduciendo así la temperatura del agua retornada. La temperatura de la laguna se mantiene alrededor de 45°C en promedio, y se puede extraer agua de la laguna para usarse nuevamente en el proceso de enfriamiento industrial, o en base continua. El agua tratada en la laguna puede tener los siguientes parámetros:

Parámetro	Unidad	Agua tratada	Norma de agua potable- NCh409
pH	-	7,96	6,5 < pH < 8
Olor	-	Sin olor	Sin olor
Turbidez	NTU	0,2	<2
TDS	mg/L	35.000*	1.500
Hierro	mg/L	0,1	<0,3
Manganeso	mg/L	<0,01	<0,1
Materia Orgánica			
Tetracloroetano	µg/l	No detectado	40
Benceno	µg/l	No detectado	10
Tolueno	µg/l	0,01	700
Xilenos	µg/l	No detectado	500
Pesticidas			
D.D.T + D.D.D + D.D.E		No detectado	2
2.4 D	µg/l	No detectado	30
Lindano	µg/l	No detectado	2
Metoxiclor	µg/l	No detectado	20
Pentaclorofenol	µg/l	No detectado	9

Productos Secundarios de la Desinfección			
Monocloraminas	mg/l	<0,1	3
Dibromoclorometano	mg/l	<0,005	0,1
Diclorometano	mg/l	No detectado	0,06
Tribromometano	mg/l	0,037	0,1
Triclorometano	mg/l	No detectado	0,2
Trihalometanos	mg/l	<1	1
Análisis Microbiológico			
Coliformes totales	NMP/100 ml	<2	<2
Escherichia coli	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Baterias Aeróbicas	Colonias/100 ml	2	≤200 ¹
* Valor típico de agua de mar antes del tratamiento en la laguna			
¹ (No especificado en norma NCh409) Norma de Piscinas - NCh209			

5 Como puede observarse en este ejemplo, el uso de la presente invención tiene varias ventajas sobre los sistemas de enfriamiento existentes, que incluyen: evitar la generación de un impacto medioambiental dañino en el ecosistema marino debido ya sea a polución térmica y la succión de organismos acuáticos en el proceso industrial, ya que el sistema ilustrado es un sistema de recirculación de agua en un circuito cerrado y no interactúa con el océano ni otras fuentes de agua; bajos costes de instalación y operación comparado a torres de enfriamiento y otros sistemas de enfriamiento conocidos; la posibilidad de localizar la planta industrial en lugares inimaginados anteriormente, debido al bajo consumo de agua desde una fuente de agua – no es necesario que la planta industrial se localice cerca del mar u otras fuentes naturales de agua; y al mismo tiempo, crear una gran reserva de energía para muchos otros usos, tales como calefacción residencial, producción de agua caliente, desalinización térmica, como también otros usos industriales, residenciales y/o recreacionales.

10 Debido al bajo coste de los medios de filtración, donde solo una pequeña fracción del volumen total de agua se filtra (hasta 200 veces menos que los sistemas de filtración de piscinas convencionales), y el uso reducido de químicos (hasta 100 veces menos que lo usado en sistemas convencionales), es posible mantener estos grandes cuerpos de agua con gran claridad. Usando tecnologías convencionales de filtración y desinfección no sería económicamente factible para contenedores o lagunas de estas grandes dimensiones.

15 Un sistema de filtración de piscina convencional frecuentemente filtra el volumen de agua completo, hasta 6 veces por día, imponiendo elevados costos de instalación y mantenimiento, además de consumir una gran cantidad de energía en el proceso. Para la laguna de 36 hectáreas ilustrada anteriormente, con el fin de poder filtrar el volumen completo de agua hasta 6 veces por día, se requeriría un área de construcción de alrededor de 1 hectárea para instalar el sistema de filtración completo, haciendo tal construcción y mantenimiento inviable, y por lo tanto, cualquier sistema de enfriamiento asociado no sería económicamente factible. Más aun, en términos de costo, para el ejemplo anteriormente presentado, a continuación se proporciona una comparación:

	Descripción	Costes de Instalación	Costes de Operación Mensual
<p>Filtración Tradicional</p> <p>Una construcción de alrededor de 1 hectárea para filtrar el volumen completo hasta 6 veces por día</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 540 bombas • 270 filtros + arena • 1 hectárea de superficie • Operadores • Mantenimiento • 270 baterías de válvulas • Consumo de energía 	US \$12.089.916	US \$536.607
<p>9 Medios de succión</p> <p>Cada uno se mueve a lo largo del fondo de la laguna, conducidos por botes impulsados por motores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bote • Motor • Dispositivo succionador • Bomba succionadora • Mangueras, accesorios • Combustible • Floculantes • Operador • Mantenimiento • 	US \$226.494	US \$20.178

5 Al usar 9 dispositivos de succión y el sistema aquí descrito, los costes de instalación se reducen en alrededor de 50 veces y los costes de operación se reducen en alrededor de 25 veces. Por tanto, los contenedores o lagunas representan opciones viables y coste-efectivas para proporcionar agua para enfriamiento a las plantas termoeléctricas y otros procesos industriales.

REIVINDICACIONES

1. Aparato que comprende un sistema para realizar un proceso (9) industrial y un sistema para proporcionar agua de enfriamiento de alta calidad microbiológica a dicho sistema para realizar un proceso industrial donde el sistema para realizar un proceso industrial comprende una planta industrial, comprendiendo el aparato:
- 5 - un contenedor (12) para almacenar el agua de enfriamiento, comprendiendo el contenedor un fondo (13) para recibir partículas sedimentadas y donde el contenedor es un cuerpo artificial grande de agua que comprende un área superficial en el intervalo de 50 a 30.000 m² por MW de enfriamiento requerido por el proceso (9) industrial y un volumen de al menos 10.000 m³;
- 10 - una línea (11) de alimentación de entrada de agua al contenedor (12);
- medios (10) de coordinación para activar oportunamente los procesos necesarios para ajustar los parámetros de calidad del agua de enfriamiento dentro de límites predeterminados; en donde los medios de coordinación comprenden dispositivos electrónicos y son capaces de recibir información, procesar esa información y activar otros procesos;
- 15 - medios (18) de aplicación de químicos activado por los medios (10) de coordinación;
- medios (22) de succión móvil para moverse a través del fondo (13) del contenedor (12) y succionar el agua de enfriamiento que contiene partículas sedimentadas;
- 20 - medios (23) de propulsión para mover los medios de succión móvil a lo largo del fondo del contenedor;
- medios (20) de filtración para filtrar el agua de enfriamiento que contiene partículas sedimentadas;
- 25 - una línea (19) de recolección acoplada entre los medios (22) de succión móvil y los medios (20) de filtración;
- una línea (21) de retorno desde los medios (20) de filtración al contenedor (12);
- una línea (1) de entrada del intercambiador de calor desde el contenedor (12) al intercambiador (3) de calor del sistema para realizar el proceso (9) industrial para proporcionar el agua de enfriamiento de alta calidad microbiológica al intercambiador (3) de calor; y
- 30 - una línea (2) de agua de retorno desde el intercambiador (3) de calor hasta el contenedor;
- 35 en donde los medios de coordinación están configurados para:
- a. activar los medios de aplicación de productos químicos y proporcionar información sobre la dosificación y adición de productos químicos adecuados para mantener los parámetros controlados de la calidad del agua dentro de sus respectivos límites; y
- 40 b. activar los medios de succión móviles y, simultáneamente, los medios de filtración para filtrar el agua succionada por los medios de succión móviles, para filtrar solamente una pequeña fracción del agua del contenedor,
- en donde los medios de coordinación están configurados de tal manera que los productos químicos se apliquen solamente cuando sean necesarios y de tal manera que los medios de filtración y los medios de succión móviles operen solamente según sea necesario para mantener los parámetros del agua dentro de sus límites.
- 45
2. El aparato de la reivindicación 1, en donde el fondo (13) del contenedor (12) comprende una membrana, geomembrana, membrana de geotextil, revestimiento de plástico, hormigón, hormigón recubierto o una combinación de los mismos.
- 50
3. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde los medios (18) de aplicación de productos químicos comprenden un inyector, un rociador, un dispensador por peso, o combinaciones de los mismos.
4. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde los medios (23) de propulsión comprenden un sistema de riel, un sistema de cable, un sistema autopropulsado, un sistema robótico, un sistema guiado desde una distancia, un bote con un motor, un dispositivo flotante con un motor, o una combinación de los mismos.
- 55
5. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el medio (20) de filtración comprende un filtro de cartucho, un filtro de arena, un microfiltro, un ultrafiltro, un nanofiltro o una combinación de los mismos.
6. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la línea (19) recolectora comprende una manguera flexible, una manguera rígida, un tubo que comprende cualquier material o una combinación de los mismos.

Figura 1

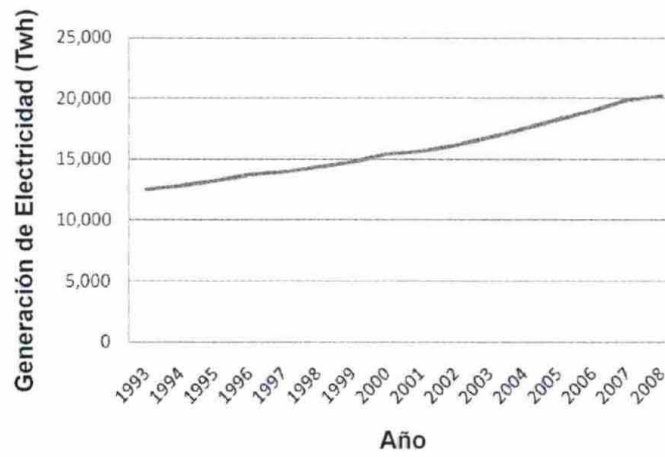


Figura 2

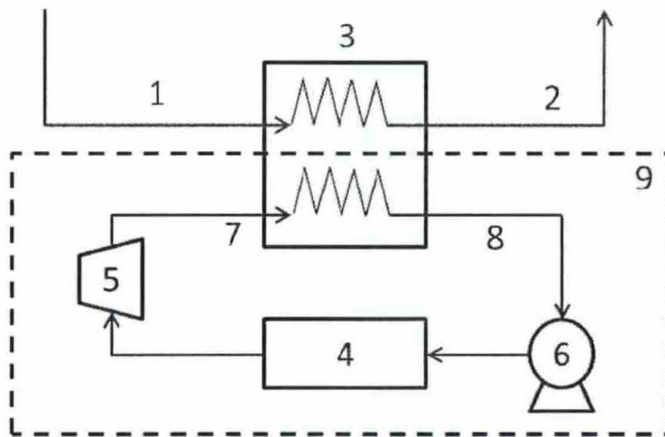


Figura 3

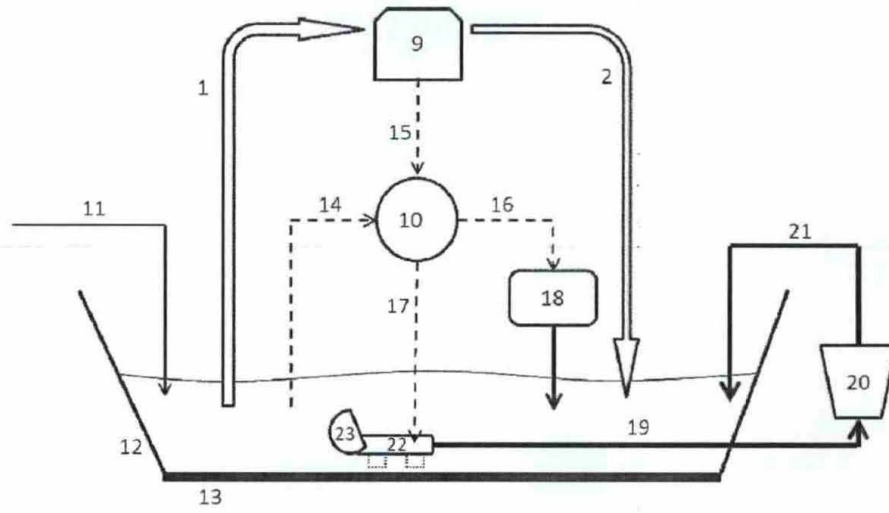


Figura 4

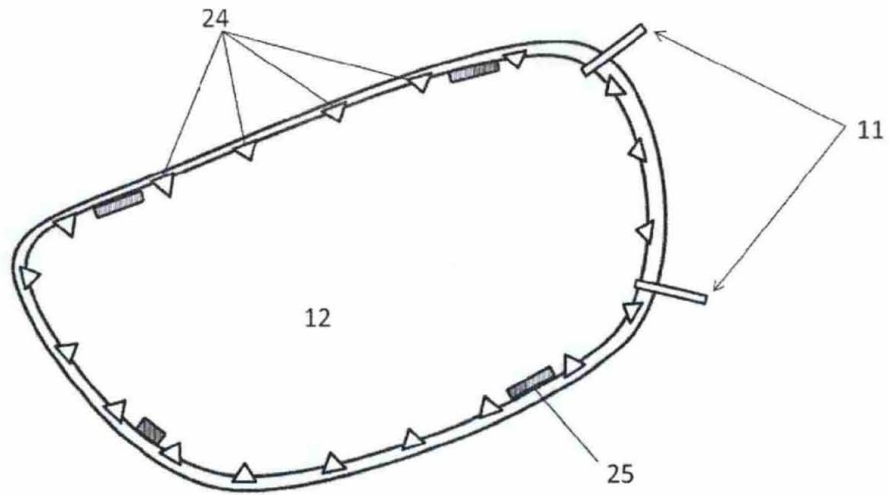


Figura 5

