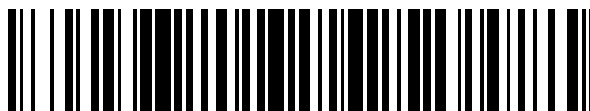


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 264**

51 Int. Cl.:

**C02F 5/08** (2006.01)

**C02F 1/66** (2006.01)

**C02F 1/00** (2006.01)

**C02F 103/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2014** **E 14164599 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016** **EP 2792647**

54 Título: **Procedimiento para la prevención de depósitos en circuitos de agua de refrigeración**

30 Prioridad:

**16.04.2013 DE 102013006504**

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

**21.11.2016**

73 Titular/es:

**MESSER GROUP GMBH (50.0%)**  
**Messer-Platz 1**  
**65812 Bad Soden, DE y**  
**MESSER IBÉRICA S.A. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HERMANS, DR. MONICA;**  
**TORCAL, MARCOS y**  
**BACHLEITNER, WALTER**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 590 264 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**

Procedimiento para la prevención de depósitos en circuitos de agua de refrigeración

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la prevención de depósitos en circuitos de agua de refrigeración, en los que se alimenta agua de refrigeración de un cambiador de calor de proceso a una torre de refrigeración, se enfría en la misma en contacto con aire ambiental, y se gotea en una pila colectora, y a continuación se alimenta de nuevo al cambiador de calor de proceso, registrándose el valor de pH del agua de refrigeración de manera continua o a intervalos de tiempo regulares en un primer punto de medida, y alimentándose dióxido de carbono al agua de refrigeración en dependencia de la diferencia entre el valor de pH registrado en el primer punto de medida y un primer valor teórico predeterminado, efectuándose la alimentación de dióxido de carbono contra la corriente respecto al cambiador de calor de proceso, pero con la corriente respecto a la torre de refrigeración, y efectuándose el registro del valor de pH en el primer punto de medida con la corriente respecto al cambiador de calor de proceso, pero contra la corriente respecto a la torre de refrigeración.

15 En el funcionamiento de sistemas de refrigeración abiertos se llega a la formación de depósitos minerales, que están constituidos, a modo de ejemplo, por cal, sulfato de calcio, fosfato de calcio, hidróxido de magnesio, silicato de magnesio, carbonato de magnesio o compuestos de hierro o silicio. Tales depósitos precipitan durante la operación a partir del agua de refrigeración, y se adhieren a los conductos del sistema de refrigeración y de la empaquetadura de la torre de refrigeración. Para la eliminación de estos depósitos es necesario un gasto de limpieza considerable; frecuentemente se deben substituir secciones de conducto completas.

20 Por lo tanto se intentó contrarrestar la formación de tales depósitos mediante una influencia de la composición química del agua de refrigeración.

25 En este caso, constituye un factor esencial el valor de pH del agua de refrigeración. Si éste sobrepasa un valor de pH = 8,3, aumenta en gran medida la concentraciones de iones  $\text{CO}_3$ , lo que favorece la formación de depósitos de cal. Por el contrario, si el valor de pH no supera el valor pH = 4,3, se reduce la concentración de iones  $\text{HCO}_3$ , debido a la cual aumenta el peligro de corrosión de conductos y otras piezas del circuito de agua de refrigeración.

30 Para la regulación de pH se ofrece en primer lugar la adición de ácidos minerales, como por ejemplo HCl o  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . No obstante, el empleo de ácidos minerales no está exento de problemas, ya que su manejo no es inofensivo, y además pueden ocasionar corrosiones en los conductos del circuito. Además, con concentración creciente, las concentraciones de sal en agua de desalinización (= flujo de descarga) son frecuentemente problemáticas y relevantes para autorizaciones oficiales.

35 Por el contrario, ha dado buen resultado el empleo de dióxido de carbono para la regulación de pH en circuitos de agua de refrigeración. En ausencia de agua el dióxido de carbono es inerte y no corrosivo. En contrapartida a ácidos minerales, éste es seguro en el manejo, ecológico, sencillo en la dosificación, y protege al circuito de agua de refrigeración frente a sobreacidificación. En el caso de empleo de  $\text{CO}_2$  en circuitos de agua de refrigeración, también con concentraciones más elevadas el contenido en sales no aumenta de manera sobreproporcional, y la alcalinidad en el agua se mantiene, o incluso se eleva ligeramente; ambos aspectos son propiedades químicas de corrosión convenientes del agua de refrigeración. Se encuentran ejemplos de sistemas que funcionan con dióxido de carbono, por ejemplo, en el documento US 4 547 294 A1 y en el documento FR 2 801 300 A1. En éstos se describen procedimientos para la prevención de depósitos minerales, como incrustación de caldera, etc., en circuitos refrigeradores, en los que se añade al agua de refrigeración dióxido de carbono para la regulación del valor de pH. Con los procedimientos aquí descritos, el valor de pH en el circuito de agua de refrigeración total se debía mantener en pH  $\approx$  7,5, o bien entre pH = 7,9 y pH = 8,4.

45 En el documento EP 2 213 630 A1 o el documento US 2013 0 026 105 A1 se describen igualmente procedimientos para la prevención de la formación de depósitos en circuitos refrigeradores. En este caso se miden diversos parámetros relevantes para la formación de depósitos, como valor de pH, alcalinidad, concentración de iones  $\text{Ca}^{2+}$ , etc., y se recurre a los mismos para el cálculo de un valor teórico para el valor de pH, considerándose índices de dureza específicos, como por ejemplo el índice de saturación de Langelier (LSI) o el índice de estabilidad de Ryznar (RSI). Por medio de la adición regulada de dióxido de carbono al circuito de agua de refrigeración, el valor de pH del agua de refrigeración se lleva a continuación al valor teórico calculado.

55 Con dióxido de carbono se puede regular convenientemente el valor de pH del agua de refrigeración en los conductos del circuito de agua de refrigeración; no obstante, el dióxido de carbono se extrae del agua de refrigeración en una parte considerable en el caso de contacto con aire en la torre de refrigeración, y se elimina del circuito de agua de refrigeración con el aire de refrigeración („rectificación de  $\text{CO}_2$ “). De este modo aumenta

simultáneamente el valor de pH del agua de refrigeración en una pila colectora post-conectada a la torre de refrigeración. Por consiguiente, existe una diferencia considerable entre el valor de pH del agua de refrigeración alimentada a la torre de refrigeración y el valor de pH, sensiblemente más elevado, del agua de refrigeración en la pila colectora, con la consecuencia de que en la torre de refrigeración y las secciones de conducto siguientes del circuito de agua de refrigeración aumenta el peligro de formación de depósitos de cal y otros. El alcance en el que se extrae el dióxido de carbono del agua de refrigeración depende de diversas circunstancias, y se puede controlar solo con dificultad.

Por lo tanto, es tarea de la presente invención crear un procedimiento para la prevención de depósitos de cal y otros en circuitos refrigeradores, bajo empleo de dióxido de carbono, en el que el valor de pH en el circuito de agua de refrigeración total se mantiene en un valor en el que se evita con seguridad la formación de depósitos alcalinos, como la corrosión de secciones de conducto.

Según la invención, este problema se soluciona al registrarse el valor de pH del agua de refrigeración en un segundo punto de medida en el circuito de agua de refrigeración, contra la corriente respecto a la alimentación de dióxido de carbono, y al alimentarse un ácido mineral al agua de refrigeración en dependencia de la diferencia entre el valor de pH registrado en el segundo punto de medida y un segundo valor teórico predeterminado, efectuándose las regulaciones de adición de dióxido de carbono y de ácido mineral de manera independiente entre sí.

Por lo tanto, según la invención se efectúa una segunda medida del valor de pH dentro del circuito de agua de refrigeración en diversos puntos de medida, que se emplean, en cada caso independientemente entre sí, como magnitud de partida para la regulación de un valor de pH en el circuito de agua de refrigeración. Mediante la adición de ácido mineral se reduce el valor de pH del agua de refrigeración en el circuito de agua de refrigeración total, la adición de dióxido de carbono proporciona un valor de pH óptimo en las secciones de conducto del circuito de agua de refrigeración contra la corriente respecto a la torre de refrigeración. Ya que el ácido mineral contenido en el agua de refrigeración, como el dióxido de carbono, se ha sometido al proceso de rectificación en la torre de refrigeración, éste proporciona una reducción suficientemente uniforme del valor de pH en el agua de refrigeración en el circuito de agua de refrigeración total; en especial proporciona en la zona de la empaquetadura de la torre de refrigeración un valor de pH en el que se evita en lo posible tanto la formación de depósitos en esta zona, como también procesos de corrosión.

Mediante las regulaciones, independientes entre sí, de la adición de dióxido de carbono y un ácido mineral se mantiene el valor de pH en el circuito de agua de refrigeración total en un intervalo en el que se minimiza por una parte la formación de depósitos de cal y otros, como por ejemplo depósitos de sulfato de calcio, fosfato de calcio, hidróxido de magnesio, silicato de magnesio, carbonato de magnesio o compuestos de hierro o silicio, como también por otra parte el peligro de corrosión. Mediante la regulación del valor de pH por medio de la adición de ácido mineral se impide en especial el peligro de producción de depósitos en la zona de la empaquetadura de la torre de refrigeración a consecuencia de la „rectificación de CO<sub>2</sub>“. En este caso carece de importancia en qué punto en el circuito de agua de refrigeración se alimenta el ácido mineral, en especial no es necesario introducir el ácido mineral directamente en la pila colectora o en el agua fresca alimentada al circuito de agua de refrigeración. Ya que el ácido mineral se distribuye en el circuito de agua de refrigeración total, el valor de pH en el sistema total se reduce al menos al valor de pH del segundo valor teórico. La segunda reducción del valor de pH mediante la alimentación de dióxido de carbono asegura el sistema adicionalmente contra el peligro de formación de depósitos, en especial en las secciones con la corriente respecto al cambiador de calor de proceso, en las que se transporta el agua de refrigeración con temperaturas elevadas.

Un perfeccionamiento ventajoso de la invención prevé que el segundo valor teórico del valor de pH sea más elevado que el primer valor teórico del valor de pH del agua de refrigeración. Mediante la adición de ácido mineral se lleva el valor de pH del agua de refrigeración a un intervalo, a modo de ejemplo, de pH < 8,3, en el que se suprime ya sensiblemente la producción de los citados depósitos. Mediante la adición de dióxido de carbono se optimiza adicionalmente el valor de pH del agua de refrigeración, en especial se considera de este modo el desplazamiento del valor de pH óptimo a través del aumento de temperatura en el cambiador de calor de proceso. El segundo punto de medida para el valor de pH se sitúa contra la corriente respecto al punto de alimentación para el dióxido de carbono y con la corriente respecto a la torre de refrigeración; éste se sitúa preferentemente en la zona de la pila colectora. El primer valor teórico se selecciona de modo que se reduzcan a un mínimo por una parte depósitos y por otra parte fenómenos de corrosión en los conductos debido a la entrada de dióxido de carbono.

Como primer valor teórico para el valor de pH en el agua de refrigeración se selecciona preferentemente el valor de pH  $\geq 7,0$ , de modo especialmente preferente el valor de pH  $\geq 7,5$ . No obstante, simultáneamente no debía sobrepasar un valor máximo para garantizar que se suprima sensiblemente la formación de depósitos en la zona ya por encima del punto de alimentación para el dióxido de carbono en el circuito de agua de refrigeración. El segundo valor teórico se debía seleccionar más elevado que el primer valor teórico, y en este caso no debía sobrepasar un determinado valor máximo, que depende de las propiedades químicas y físicas del agua de refrigeración, y de que se dosifiquen y en que volumen otros productos químicos, como por ejemplo anti-incrustantes o inhibidores de corrosión en el agua de refrigeración. Este valor máximo se sitúa, a modo de ejemplo, entre pH = 8,0 y pH = 8,3.

Un acondicionamiento de la invención de nuevo ventajoso está caracterizado por que se miden parámetros químicos o físicos del agua de refrigeración, y se emplean los mismos para la determinación del primer valor teórico o del segundo valor teórico. En este caso se debe entender por „parámetros químicos“ en especial propiedades sobre componentes disueltos del agua, como por ejemplo la suma de sales disueltas (TDS) en el agua de refrigeración, la concentración de determinados iones, como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_4$ , polímeros, etc, o la alcalinidad del agua de refrigeración. Se debe entender por „parámetros físicos“ propiedades físicas, como por ejemplo la temperatura del agua de refrigeración en diversos puntos en el circuito de agua de refrigeración o la presión ambiental. En dependencia de los parámetros químicos y físicos medidos se determina entonces un valor teórico para el valor de pH o un intervalo de valores de pH que, en las respectivas condiciones, conduce a una tendencia más reducida posible a la formación de depósitos por una parte, y a la producción de corrosiones en los conductos en el circuito de agua de refrigeración por otra parte. Para el cálculo del valor teórico se pueden emplear también sistemas de registro y valoración, como se ofrecen por diversos fabricantes, por ejemplo el sistema distribuido por la firma Nalco bajo la denominación „3D TRASAR®“. En especial, los parámetros químicos o físicos medidos se pueden utilizar también para determinar índices de dureza, como por ejemplo el índice de saturación de Langelier (LSI) o el índice de estabilidad de Ryznar (RSI), y calcular a partir de los mismos el valor teórico para el valor de pH. En el caso de índice de saturación de Langelier, el valor de pH en el primer punto de medida se ajusta, a modo de ejemplo, de modo que se cumpla una de las siguientes inequaciones:

- $0,3 < \text{LSI} < 0,3$ , si al agua de refrigeración no se añaden anti-incrustantes,
- $0,3 < \text{LSI} < 1,5$ , si al agua de refrigeración se añaden anti-incrustantes.

No obstante, en los métodos pertinentes para la determinación de un valor teórico se consideran también las solubilidades de otras sustancias, a modo de ejemplo sulfato de calcio, fosfato de calcio, hidróxido de magnesio, sílice, silicato de magnesio, así como los riesgos de corrosión de materiales empleados en el circuito de refrigeración.

Según la invención, la alimentación de dióxido de carbono se efectúa en el circuito de agua de refrigeración contra la corriente respecto al cambiador de calor de proceso, pero con la corriente respecto a la torre de refrigeración. Con ello se debe combatir en especial el peligro de llegar a una precipitación de sales en el calentamiento del agua de refrigeración durante el paso a través del cambiador de calor de proceso, y con ello a la formación de depósitos en el cambiador de calor del proceso, o las secciones de conducto del circuito de agua de refrigeración que se desarrollan con la corriente respecto al mismo. A modo de ejemplo, la alimentación se efectúa directamente en la pila colectora o en una sección de conducto con la corriente respecto a la pila colectora. Para garantizar una separación clara de ambos circuitos de regulación de dióxido de carbono y ácido mineral, es ventajoso, pero, por supuesto, no forzosamente necesario, alimentar el dióxido de carbono con la corriente respecto a una bomba dispuesta en el circuito de agua de refrigeración, mientras que la alimentación de ácido mineral se efectúa contra la corriente respecto a esta bomba.

Según la invención, el registro del valor de pH en el primer punto de medida en el circuito de agua de refrigeración se efectúa con la corriente respecto al cambiador de calor de proceso, pero contra la corriente respecto a la torre de refrigeración. Con ello se considera la modificación de la temperatura del agua tras paso por el cambiador de calor de proceso en la regulación de la alimentación de dióxido de carbono.

El procedimiento según la invención se puede efectuar con o sin la alimentación de otros productos químicos en el agua de refrigeración, como por ejemplo anti-incrustantes a base de polímeros o inhibidores de corrosión.

El dióxido de carbono se alimenta preferentemente al agua de refrigeración bajo presión en estado licuado, y se descomprime en la introducción en el agua de refrigeración, mediante lo cual se llega a una disolución eficiente de dióxido de carbono en el agua de refrigeración. No obstante, de manera alternativa o complementaria, el dióxido de carbono se puede introducir también en forma gaseosa en el agua de refrigeración.

El dióxido de carbono se extrae convenientemente de un tanque para dióxido de carbono líquido o gaseoso, una botella, o un conducto de dióxido de carbono, al que está conectado el circuito de agua de refrigeración. Es especialmente ventajosa la utilización de dióxido de carbono del gas de escape.

Por medio del dibujo se debe explicar más detalladamente un ejemplo de ejecución de la invención. El único dibujo (fig. 1) muestra esquemáticamente un circuito de agua de refrigeración que funciona según la invención.

El circuito de agua de refrigeración 1 mostrado en la fig. 1 comprende una torre de refrigeración 2 con pila colectora 3, que está determinada para el alojamiento del agua de refrigeración que gotea en la torre de refrigeración 2. En un conducto de circuito 4 que parte de la pila colectora 3 y que desemboca en la torre de refrigeración 2 está integrada una bomba 5, así como un cambiador de calor de proceso 6. En el caso del cambiador de calor del proceso 6 se

trata, a modo de ejemplo, de un cambiador de calor aislado o de un sistema de varios cambiadores de calor conectados en paralelo o en serie, en el que el agua de refrigeración guiada al conducto del circuito entra en intercambio de calor con un medio de proceso, y en este caso se calienta. En la pila colectora 3 desemboca por lo demás un conducto de alimentación de agua fresca 7, así como un conducto de flujo de descarga 8. A través del conducto de flujo de descarga 8 se extrae una parte de agua de refrigeración para evitar una concentración demasiado intensa de sales en el agua de refrigeración. El conducto de alimentación de agua fresca 7 sirve para la substitución de agua de refrigeración, que se descargó en la atmósfera ambiental en el proceso de refrigeración en la torre de refrigeración 2, o se descargó del circuito de agua de refrigeración 1 mediante extracción a través del conducto de flujo de descarga 8.

En el circuito de agua de refrigeración 1 mostrado en la fig. 1 se efectúa una regulación del valor de pH del agua de refrigeración en dos puntos diferentes. Un primer circuito de regulación 10 comprende un primer punto de medida 11 para el registro del valor de pH, que está dispuesto contra la corriente respecto a la torre de refrigeración 2, en el ejemplo de ejecución inmediatamente antes de la desembocadura del conducto de circuito 4 en la torre de refrigeración 2. La disposición del punto de medida 11 con la corriente respecto al cambiador de calor de proceso 6, mostrada en el ejemplo de ejecución, es una solución ventajosa, pero no forzosamente necesaria, en el ámbito de la invención. El primer circuito de regulación 10 comprende por lo demás un conducto de alimentación de dióxido de carbono 13 conectado a un tanque 12 para dióxido de carbono, que está equipado con una válvula de regulación 14 controlable electrónicamente. El conducto de alimentación de dióxido de carbono 13 desemboca con la corriente respecto a la pila colectora 3 y a la bomba 5, pero contra la corriente respecto al cambiador de calor de proceso 6, en el conducto de circulación 4. La válvula de regulación 14 y el punto de medida están en conexión de datos con una unidad de control electrónica 15, que permite la regulación del valor de pH del agua de refrigeración mediante adición de dióxido de carbono en dependencia del valor de pH medido en el punto de medida 11 según un programa almacenado. La unidad de control 15 está opcionalmente en conexión de datos con otro punto de medida 16. El punto de medida 16 comprende una o varias sondas, por medio de las que se registran aquellas propiedades del agua de refrigeración que son significativas para la formación de depósitos o para la corrosividad, a modo de ejemplo la temperatura, la concentración de determinadas sustancias disueltas en agua, como  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , la TDS (suma de sales disueltas), etc. Por medio de métodos de cálculo apropiados y de uso común para el especialista, los valores de medida de tales propiedades se pueden emplear para la determinación de un valor teórico de pH, que representa un óptimo en relación con una tendencia lo menor posible a la formación de depósitos, o bien de corrosión en conductos del circuito de agua de refrigeración 1.

Un segundo circuito de regulación 20, que está dispuesto contra la corriente respecto al circuito de regulación 10 en el circuito de agua de refrigeración 1, comprende un segundo punto de medida 21 para el registro del valor de pH en el agua de refrigeración. El segundo punto de medida 21 está dispuesto contra la corriente respecto a la desembocadura del conducto de dióxido de carbono 13 en el conducto de circuito 4 y respecto a la bomba 5. El segundo circuito de regulación 20 comprende por lo demás un depósito de reserva 22 para un ácido mineral, en el ejemplo de ejecución ácido sulfúrico. Del depósito de reserva 22 parte un conducto de alimentación de ácido mineral 23, que desemboca en el circuito de agua de refrigeración 1. En el ejemplo de ejecución, el conducto de alimentación de ácido mineral 23 desemboca en la pila colectora 3 paralelamente al conducto de alimentación de agua fresca 7, pero el conducto de ácido mineral puede desembocar en cualquier otro punto en el conducto de circuito 4. En el conducto de alimentación de ácido mineral 23 está integrada una instalación de extracción 24, que está equipada con un motor controlable electrónicamente. El motor de la instalación de extracción 24 y el punto de medida 21 están en conexión de datos con una unidad de control electrónica 25, que permite la regulación del valor de pH del agua de refrigeración mediante adición de ácido mineral en dependencia del valor de pH medido según un programa almacenado.

En el funcionamiento del circuito de agua de refrigeración 1, en el circuito de regulación 10 se efectúa una regulación del valor de pH registrado en el punto de medida 11 a un valor teórico predeterminado. En este caso, el valor de pH en el punto de medida 11 se registra continuamente o a intervalos de tiempo regulares, y se alimenta a la unidad de control 15. En la unidad de control 15 está almacenado un valor teórico para el valor de pH (a continuación también llamado „primer valor teórico“), que es seleccionado de modo que, por una parte, se dé una tendencia lo más reducida posible a la formación de depósitos de cal y otros en dependencia de las condiciones existentes en el agua de refrigeración y, por otra parte, no se produzca una corrosión debida al ácido en los conductos de agua de refrigeración 1. Alternativamente a un valor teórico predeterminado de manera estable, el primer valor teórico se puede calcular también constantemente de modo común para el especialista, empleándose a tal efecto los parámetros medidos en el punto de medida 16. Correspondientemente a la diferencia entre el valor de pH medido en el punto de medida 11 y el primer valor teórico, la unidad de control 15 emite una señal en la válvula de regulación 14, para alimentar dióxido de carbono del tanque 12 al conducto de circuito, o para bloquear la alimentación de dióxido de carbono.

En el circuito de regulación 20 se efectúa una regulación adicional del valor de pH en el agua de refrigeración. A tal efecto, el valor de pH en el punto de medida 21 se registra continuamente o a intervalos de tiempo predeterminados, y se alimenta a la unidad de control 25. En la unidad de control está almacenado un valor teórico

## ES 2 590 264 T3

- 5 para el valor de pH (a continuación también llamado „segundo valor teórico“). En dependencia de la diferencia entre el primer valor teórico y el valor de pH registrado en el punto de medida 21, la unidad de control 25 emite una correspondiente señal de control a la instalación de extracción 24, para alimentar ácido mineral del depósito de reserva 22 al circuito de agua de refrigeración 1, o para bloquear la alimentación de ácido mineral. En este caso, el valor teórico de pH del circuito de regulación 20 es siempre más elevado que el valor teórico del circuito de regulación 10, y preferentemente se selecciona de modo que para el primer valor teórico en el circuito de regulación 10 se pueda elegir un valor de  $\text{pH} \geq 7,0$ , preferentemente  $\text{pH} \geq 7,5$ . A modo de ejemplo, el segundo valor teórico se sitúa entre  $\text{pH} = 7,8$  y  $\text{pH} = 8,3$ , y el primer valor teórico asciende a  $\text{pH} = 7,6$ .
- 10 Ya que el dióxido de carbono alimentado al agua de refrigeración a través del conducto de alimentación de dióxido de carbono 13 se evapora de nuevo, al menos parcialmente, del agua de refrigeración en el paso por la torre de refrigeración 2, y el agua de refrigeración que gotea de la torre de refrigeración 2 a la pila colectora 3 posee un valor de pH más elevado que el agua de refrigeración alimentada a la torre de refrigeración 2, mediante la adición de ácido mineral se consigue en especial que el valor de pH en la torre de refrigeración 2 se reduzca a un valor en el que se evita al menos sensiblemente la formación de depósitos en la empaquetadura de la torre de refrigeración.
- 15 Con el procedimiento según la invención se evitan tanto la formación de depósitos de cal y otros, como también la corrosión en el sistema de conductos, y se reducen claramente las pérdidas de dióxido de carbono en la torre de refrigeración. Simultáneamente se utilizan las ventajas conocidas de  $\text{CO}_2$  como medio para la regulación del valor de pH.

### Lista de signos de referencia

- |    |    |  |
|----|----|--|
| 20 | 1  | Circuito de agua de refrigeración              |
|    | 2  | Torre de refrigeración                         |
|    | 3  | Pila colectora                                 |
|    | 4  | Conducto de circuito                           |
|    | 5  | Bomba  |
| 25 | 6  | Cambiador de calor                             |
|    | 7  | Conducto de alimentación de agua fresca        |
|    | 8  | Conducto de flujo de descarga                  |
|    | 9  | -  |
|    | 10 | Circuito de regulación                         |
| 30 | 11 | Punto de medida                                |
|    | 12 | Tanque   |
|    | 13 | Conducto de alimentación de dióxido de carbono |
|    | 14 | Válvula de regulación                          |
|    | 15 | Unidad de control                              |
| 35 | 16 | Punto de medida                                |
|    | 17 | -  |
|    | 18 | -  |

## ES 2 590 264 T3

19	-
20	Circuito de regulación
21	Punto de medida
22	Depósito de reserva
5	23 Conducto de alimentación de ácido mineral
	24 Instalación de extracción
	25 Unidad de control

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Procedimiento para la prevención de depósitos en circuitos abiertos de agua de refrigeración, en los que se alimenta agua de refrigeración de un cambiador de calor de proceso (6) a una torre de refrigeración (2), se enfría en la misma en contacto con aire ambiental, y se gotea en una pila colectora (3), y a continuación se alimenta de nuevo al cambiador de calor de proceso (6), registrándose el valor de pH del agua de refrigeración continuamente o a intervalos de tiempo regulares en un primer punto de medida (11), y alimentándose dióxido de carbono al agua de refrigeración en dependencia de la diferencia entre el valor de pH registrado en el primer punto de medida (11) y un primer valor teórico predeterminado,
- 10 efectuándose la alimentación de dióxido de carbono contra la corriente respecto al cambiador de calor de proceso (6), pero con la corriente respecto a la torre de refrigeración (2), y el registro del valor de pH en el primer punto de medida (11) con la corriente respecto al cambiador de calor de proceso 6, pero contra la corriente respecto a la torre de refrigeración (2),
- 15 caracterizado por que en el circuito de agua de refrigeración, contra la corriente respecto a la alimentación de dióxido de carbono y con la corriente respecto a la torre de refrigeración (2), se registra el valor de pH del agua de refrigeración en un segundo punto de medida (21), y se alimenta un ácido mineral al agua de refrigeración en dependencia de la diferencia entre el valor de pH registrado en el segundo punto de medida (21) y un segundo valor teórico predeterminado, desarrollándose las regulaciones de adición de dióxido de carbono y de ácido mineral independientemente entre sí.
- 20 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el segundo valor teórico de valor de pH es mayor que el primer valor teórico de valor de pH del agua de refrigeración.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que como primer valor teórico para el valor de pH en el agua de refrigeración se selecciona  $\text{pH} > 7,0$ , preferentemente  $\text{pH} > 7,5$ .
- 25 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se miden parámetros químicos o físicos del agua de refrigeración, y se emplean los mismos para la determinación del primer valor teórico o del segundo valor teórico.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se añaden adicionalmente otros productos químicos, como anti-incrustantes o inhibidores de corrosión, al agua de refrigeración.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el dióxido de carbono se alimenta en forma líquida o gaseosa al agua de refrigeración.
- 30 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el dióxido de carbono se extrae de un tanque, una botella, un conducto de dióxido de carbono o una fuente de gas de escape.



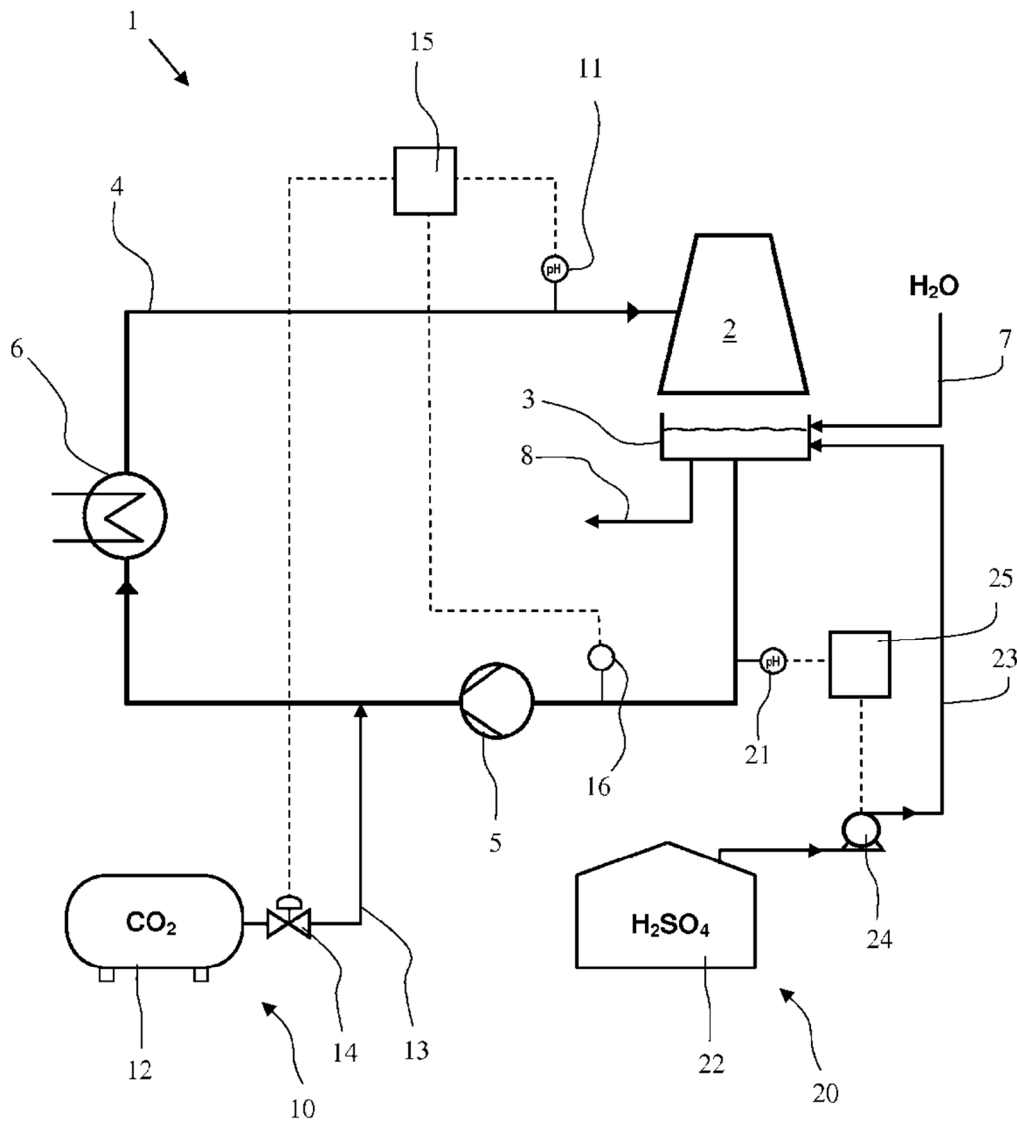


Fig. 1