

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 399**

51 Int. Cl.:

B01J 49/00 (2007.01)

G01F 1/00 (2006.01)

G01N 9/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2008 E 08163028 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 2030682**

54 Título: **Conjunto de salinómetro y sensor de caudal**

30 Prioridad:

27.08.2007 US 966368 P

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

22.02.2021

73 Titular/es:

**CULLIGAN INTERNATIONAL COMPANY (100.0%)
9399 West Higgins Road, Suite 1100
Rosemont, IL 60018, US**

72 Inventor/es:

**QUINN, KERRY;
WAYMAN, GENE;
PREMATHILAKE, KUMUDIKA y
LATHOURIS, BILL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 807 399 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

Conjunto de salinómetro y sensor de caudal

Reivindicación de prioridad

5 Esta solicitud reivindica prioridad de y el beneficio de la Solicitud Provisional de los Estados Unidos N° 60/966,368 presentada el 27 de agosto de 2007.

Antecedentes

El conjunto de sensor presente se refiere a un sensor para un sistema de tratamiento del agua y, más concretamente, a un conjunto de salinómetro y sensor de caudal para un tanque de salmuera en un sistema de tratamiento del agua.

10 Los ablandadores de son bien conocidos en la técnica y típicamente incluyen un tanque de tratamiento que contiene una resina de intercambio iónico y un tanque de salmuera que contiene una solución de salmuera. El ablandamiento del agua se produce haciendo circular agua a través de la resina de intercambio iónico que reemplaza los cationes de calcio y de magnesio del agua con cationes de sodio. A medida que el proceso de intercambio iónico continúa, la resina pierde finalmente su capacidad para ablandar el agua y debe rellenarse con cationes de sodio. El proceso mediante el cual se eliminan los iones de calcio y de magnesio, se restaura la capacidad de la resina de intercambio iónico para ablandar el agua y se rellenan iones de sodio, se denomina en la técnica regeneración.

15 Durante la regeneración, la salmuera, una solución de sal concentrada o saturada, se hace pasar a través de la resina de intercambio iónico y los cationes en la resina de intercambio iónico se reemplazan con iones sodio. La regeneración es un proceso de múltiples etapas que incorpora una serie de ciclos, concretamente, ciclos de retrolavado, extracción de salmuera, aclarado lento, aclarado rápido y rellenado. Durante el ciclo de retrolavado, se revierte el flujo en el tanque de tratamiento para eliminar el sedimento de la resina de intercambio iónico.

20 Durante el ciclo de extracción de salmuera, se introduce en la resina de intercambio iónico salmuera con concentraciones elevadas de cloruro sódico o cloruro potásico, donde los iones de sodio o potasio de la solución de salmuera desplazan los iones de calcio y magnesio unidos a las perlas de intercambio iónico de la resina. El caudal de la extracción de salmuera depende de dos variables principales – el estado de la boquilla e ductora y la presión de la garganta y del afluente. La boquilla e ductora permite que la solución de salmuera fluya fuera del tanque de salmuera a través de un conducto (garganta) y se introduzca en el tanque de tratamiento a través de un conducto de entrada. Las boquillas e ductoras obstruidas o parcialmente bloqueadas y/o las bajas presiones pueden conducir a menores caudales de extracción de salmuera, que pueden dar como resultado ciclos más prolongados de aclarado de salmuera, pérdidas innecesarias de volumen de agua de regeneración y regeneración ineficaz de la resina de intercambio iónico.

25 Por consiguiente, se necesita un sistema de tratamiento del agua mejorado que alerte al usuario cuando las boquillas e ductoras estén obstruidas y necesiten ser reparadas.

30 Cuando ha tenido lugar un nivel de intercambio iónico adecuado, la salmuera utilizada se elimina por aclarado de la resina de intercambio iónico en el tanque de tratamiento durante los ciclos de aclarado lento y aclarado rápido. Durante el ciclo de rellenado, el agua blanda fluye a través de un conducto de salida en el tanque de tratamiento y a través del conducto al tanque de salmuera, llenando el tanque de salmuera con agua blanda para preparar la solución de salmuera para la siguiente regeneración. Los controles/líneas de flujo de rellenado obstruidos o parcialmente bloqueados pueden conducir a menores caudales de rellenado, que pueden dar como resultado menor volumen salmuera en el tanque de almacenamiento de sal y a una dosificación de sal menor que la deseada en una regeneración posterior. Una dosificación de sal menor dará como resultado una regeneración insuficiente de la resina de intercambio iónico, y a una disminución de la capacidad de rendimiento y pérdida de dureza. Por consiguiente, se necesita un sistema de tratamiento del agua mejorado que alerte al usuario cuando las líneas de flujo de rellenado estén obstruidas y necesiten ser reparadas.

35 Los sistemas de ablandamiento del agua se instalan generalmente en ambientes con condiciones variables de temperatura y humedad, algunas de las cuales siendo más propicias que otras para la “producción de un puente salino” en el tanque de salmuera. Un “puente salino” es una costra dura de sal que se forma procedente de la reacción entre la sal y la humedad en el tanque de salmuera, lo que conduce a una concentración baja de salmuera debajo del “puente salino” y a que la sal que forma el puente sea incapaz de disolverse en el agua para producir salmuera. Esto conduce a una reacción de intercambio iónico ineficaz durante el ciclo de regeneración, lo que da como resultado una menor capacidad de rendimiento y pérdida de dureza. Por tanto, se necesita un sistema de tratamiento del agua mejorado que indique la presencia de un puente salino y que permita que el usuario elimine el puente.

40 El documento de patente US 4 320 010 describe un detector de regeneración para ablandadores de agua. Conforme a este documento, se utilizan sensores de electrodos separados para monitorizar la progresión del frente de dureza.

45 El documento de patente US 6 408 694 describe un aparato y método para monitorizar en línea una densidad de líquido.

El documento de patente US 5 231 883 describe un aparato para definir la superficie libre de una columna móvil de un fluido en una tubería vertical para mejorar la precisión de las medidas del caudal transitorio.

El documento de patente US 2002/195403 describe un conjunto de salinómetro conforme al preámbulo de la reivindicación 1.

5 **Compendio**

El presente conjunto de salinómetro y sensor de caudal cumple o excede cada una de las necesidades dichas antes al configurarse para determinar si la solución de salmuera está suficientemente concentrada y para determinar la presencia de un "puente salino" en el tanque de salmuera.

10 Más concretamente, la presente invención proporciona un conjunto de salinómetro y sensor de caudal para un sistema ablandador de agua que incluye un tanque de salmuera que contiene una solución de salmuera. El conjunto incluye al menos una carcasa del sensor proporcionada en el tanque de salmuera, un primer juego de detectores asociado a la carcasa y configurado para indicar si la solución de salmuera está adecuadamente concentrada y un segundo juego de detectores asociado con la carcasa y configurado para determinar el caudal de la solución de salmuera durante los ciclos de regeneración de extracción de salmuera y de rellenado.

15 La presente invención proporciona también un método para determinar un caudal de una solución de salmuera en un tanque de salmuera proporcionado, donde el tanque de salmuera incluye una carcasa del sensor que tiene un primer par de detectores que incluye un primer fotoemisor y un primer fotodetector, un segundo par de detectores que incluye un segundo fotoemisor y un segundo fotodetector, un flotador móvil localizado en una cavidad entre el primer y el segundo fotoemisor y el primer y segundo fotodetector y un temporizador en comunicación con el primer y segundo par de detectores. El método incluye las etapas de iniciar el temporizador cuando el flotador está en una primera posición con respecto al primer y segundo par de detectores, parar el temporizador cuando el flotador se encuentra en una segunda posición con respecto al primer y segundo par de detectores, determinar el tiempo total transcurrido para que el flotador se mueva desde la primera posición hasta la segunda posición y calcular un caudal en base a tiempo total.

25 La presente invención proporciona además un método para determinar la presencia de un puente salino en una solución de salmuera almacenada en un tanque de salmuera proporcionado, donde el tanque de salmuera incluye una carcasa del sensor que tiene un primer par de detectores que incluye un primer fotoemisor y un primer fotodetector, un segundo par de detectores que incluye un segundo fotoemisor y un segundo fotodetector, un flotador móvil localizado en una cavidad entre el primer y el segundo fotoemisor y el primer y segundo fotodetector y un temporizador en comunicación con el primer y segundo par de detectores. El método incluye las etapas de iniciar el temporizador cuando el flotador está en una primera posición con respecto al primer par de detectores, parar el temporizador cuando el flotador se encuentra en una segunda posición con respecto al segundo par de detectores, determinar un tiempo total transcurrido para que el flotador se mueva desde la primera hasta la segunda posición; calcular una primera velocidad media de la solución de salmuera por debajo del segundo par de detectores, calcular una segunda velocidad media de la solución de salmuera por encima del segundo par de detectores, determinar una relación de velocidad en base a la primera velocidad media y la segunda velocidad media y activar al menos un indicador cuando la relación de velocidad se encuentra en una relación de velocidad designada.

30 **Descripción breve de las figuras**

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de tratamiento de agua que incluye el presente conjunto de salinómetro y sensor de caudal proporcionado en una carcasa del sensor en un tanque de salmuera; y

La Figura 2 es una sección transversal de la carcasa del sensor tomada a lo largo de la línea 2-2 de la Figura 1 y en la dirección indicada.

35 **Descripción detallada**

45 Con respecto a las Figuras 1 y 2, el presente conjunto de salinómetro y sensor de caudal se designa generalmente 10 y se proporciona en un tanque 12 de salmuera de un sistema 14 ablandador de agua. Como se conoce en la técnica, el tanque 12 de salmuera contiene una solución 16 de salmuera que incluye salmuera 18 y gránulos 20 de sal. El tanque 12 de salmuera incluye además una válvula 22 de salmuera (mostrada oculta) proporcionada en una carcasa de válvula de salmuera o conducto 24. En la patente de EE.UU. Nº 6,551,504 se describe una válvula de salmuera adecuada, que se incorpora por referencia al presente documento. Una placa 26 de salmuera (mostrada oculta) presenta preferiblemente patas 28a, 28b de soporte con forma frusto-cónica (mostradas ocultas), que suspenden la placa por encima de una parte inferior del tanque 12, aunque se contemplan otras formas para las patas. Como se sabe en la técnica, los gránulos 20 de sal se quedan sobre la placa 26 de salmuera, que ayuda a disolver la sal, protege el sistema 14 de las impurezas de sal, y se fabrica generalmente con un material resistente a la corrosión, como plástico, aunque se contemplan otros materiales con propiedades anticorrosivas similares.

55 Un tanque 30 de tratamiento se conecta al tanque 12 de salmuera mediante válvulas y tuberías o tubos 32 generalmente designados, y contiene un suministro de resina 34 preferiblemente granular, como se conoce en la

técnica. El sistema 14 ablandador de agua incluye además un controlador 36 que tiene un microprocesador (no mostrado) o similar y monitores y/o indicadores 38 configurados para alertar a un usuario del estado del sistema 14 ablandador de agua. Como se conoce en la técnica, los indicadores 38 pueden ser audibles y/o visibles.

5 El conjunto 10 de sensor incluye una carcasa 40 del sensor y una varilla 42 de sal unida a la carcasa del sensor y que sobresale del tanque 12 de salmuera. La varilla 42 protege al cableado 44 que se extiende desde la carcasa 40 del sensor hasta el controlador 36. Preferiblemente, tanto la carcasa 40 del sensor como la varilla 42 de sal se fabrican con plástico, que suele ser resistente a la corrosión por sal, aunque se contemplan otros materiales con propiedades anticorrosivas similares. Como se discutirá más detalladamente a continuación, el conjunto 10 de sensor se comunica con el microprocesador en el controlador 36, que se configura para calcular los caudales/salinidad de la solución 16 de salmuera.

Como se ve en la Figura 2, la carcasa 40 del sensor está en comunicación de fluidos con la solución 16 de salmuera en el tanque 12 e incluye un primer juego 46 de detectores y un segundo juego 48 de detectores dispuestos en lados opuestos de la carcasa del sensor y que define una cavidad 50 entre medias para captar la varilla 42 de sal (mostrada oculta).

15 El primer juego 46 de detectores se configura para determinar si solución 16 de salmuera está adecuadamente concentrada e indicar si se necesita rellenar con sal el tanque 12 de salmuera. En el primer juego 46 de detectores se incluye un fotoemisor 52 dispuesto en una primera cámara 54 y un fotodetector 56 frente al fotoemisor y dispuesto en una segunda cámara 58 separada de la primera cámara, definiendo una primera cavidad 60 de flotador entre medias. La primera cavidad 60 de flotador incluye aberturas 61a, 61b que están en comunicación de fluidos con la solución 16 de salmuera en el tanque 12 de salmuera. Preferiblemente, el fotoemisor 52 está dispuesto a la misma altura que el fotodetector 56 de forma que ambos componentes están alineados entre sí. El fotoemisor 52 produce una luz infrarroja ("IR"), y el fotodetector 56 transmite una corriente eléctrica que es directamente proporcional a la intensidad de la luz IR producida por el fotoemisor, lo que se describirá más detalladamente a continuación. Debería apreciarse que la posición del fotoemisor y del fotodetector es reversible.

25 Un flotador 62, preferiblemente un flotador tipo boya con una densidad específica de aproximadamente 1.12 – 1.15 (es decir, aproximadamente 1.12 – 1.15 veces superior a la densidad específica del agua), se localiza en la primera cavidad 60 de flotador entre el fotoemisor 52 y el fotodetector 56. El flotador 62 se fabrica preferiblemente con un polímero resistente a la corrosión con la densidad dicha anteriormente, aunque se aprecia que pueden ser adecuados otros plásticos o materiales con propiedades anticorrosivas similares. Al presentar la densidad dicha, el flotador 62 no se moverá a menos que la solución 16 de salmuera tenga una densidad igual o superior a la densidad del flotador, indicando que la solución de salmuera está suficientemente concentrada.

35 Durante todo el ciclo de regeneración, cuando la densidad de la solución 16 de salmuera es superior a la del flotador 62, el flotador se suspende en una parte superior 64 de la primera cavidad 60 de flotador (mostrada con líneas discontinuas en la Figura 2), adyacente a la abertura 61a. En esta posición, el flotador 62 cierra un paso de luz entre el fotoemisor 52 y el fotodetector 56, enviando una señal al controlador 36 y activando los indicadores 38 para indicar que la salmuera está suficientemente concentrada. Por ejemplo, los indicadores 38 son opcionalmente un LED verde, un tono audible, o una combinación de ambos, aunque se contemplan otros indicadores.

40 Sin embargo, cuando la densidad de la solución 16 de salmuera es inferior a la del flotador 62, el flotador se sumerge en la primera cavidad 60 para flotador (mostrada con líneas continuas en la Figura 2), manteniendo el paso de luz abierto y desbloqueado entre el fotoemisor 52 y el fotodetector 56, provocando que el indicador 38 alerte al usuario, tal como mediante un LED rojo y/o tono audible/alarma, que se necesita más sal 20 en el tanque 12 de salmuera o que puede que exista un puente salino.

45 Concretamente, la señal enviada al controlador 36 indica la posición del flotador 62 en la primera cavidad 60 de flotador. El fotodetector 56 se configura para hacer pasar un voltaje de entre 0 y 4.5 V al controlador 36, dependiendo de la cantidad de luz producida por el fotoemisor 52 y de la posición del flotador 62. El microprocesador (no mostrado) en el controlador 36 se configura de tal forma que si la señal desde el fotodetector 56 es inferior a 2.5 V, el flotador 62 está obstruyendo el paso de luz y la solución 16 de salmuera está suficientemente concentrada. De forma similar, si la señal del fotodetector es superior a 2.5 V, el paso de luz se encuentra desbloqueado y los indicadores 38 alertan al usuario que se debe añadir más sal 20 a la solución 16 de salmuera. Por ejemplo, si el paso de luz entre el fotoemisor 52 y el fotodetector 56 se encuentra completamente desbloqueado, el fotodetector pasará el voltaje máximo de 4.5 V al controlador 36, lo que significa que el flotador 62 se encuentra sumergido y que se necesita reemplazar la sal. Sin embargo, se reconoce que pueden ser adecuados otros métodos para alertar al usuario sobre la concentración de sal, dependiendo de la aplicación.

55 Refiriéndose todavía a la Figura 2, el segundo juego 48 de detectores se configura para determinar el caudal de la solución 16 de salmuera durante los ciclos de extracción y de rellenado de salmuera, e incluye un primer par de detectores 66 que incluye un primer fotoemisor 68 y un primer fotodetector 70, y un segundo par de detectores 72 que incluye un segundo fotoemisor 74 y un segundo fotodetector 76. El primer y segundo fotoemisor 68, 74, se disponen preferiblemente en una cámara de fotoemisor 78, y el primer y segundo fotodetector 70, 76, se disponen en una cámara 80 de fotodetector separada de la cámara del fotoemisor y definiendo entre medias una segunda cavidad 82

de flotador. Al igual que el caso de la primera cavidad 60 de flotador, la segunda cavidad 82 de flotador incluye aberturas 83a, 83b, que están en comunicación de fluidos con la solución 16 de salmuera en el tanque 12 de salmuera. Debería apreciarse que las posiciones de los fotoemisores y fotodetectores son reversibles.

5 Preferiblemente, y para asegurar el adecuado funcionamiento del segundo juego 48 de detectores, el primer fotoemisor 68 y el primer fotodetector 70 se disponen a la misma altura en sus cámaras 78, 80 respectivas, respectivamente. También, el segundo fotoemisor 74 y el segundo fotodetector 76 se disponen a la misma altura en sus respectivas cámaras 78, 80 y se separan verticalmente del primer par de detectores 66.

10 Preferiblemente todavía, el primer par de detectores 66 se localiza en un nivel por encima de la placa 26 de salmuera, y el segundo par de detectores 72 se localiza a un nivel uniforme con la placa de salmuera. Tanto el primer como el segundo par de detectores 66, 72 están provistos preferiblemente por encima de la válvula 22 de salmuera en el tanque 12 de salmuera (Figura 1). Se contempla que esta configuración proporcionará medidas de caudales precisas.

15 Un segundo flotador 84, preferiblemente un flotador de tipo boya, se proporciona en la segunda cavidad 82 de flotador, como se muestra en la Figura 2. El segundo flotador 84, similar al flotador 62, presenta una densidad específica inferior a 1.00, y se fabrica preferiblemente con un polímero resistente a la corrosión que presenta la densidad específica dicha, aunque pueden ser adecuados otros plásticos o materiales anticorrosivos similares.

20 Durante el ciclo de extracción de salmuera, la solución 16 de salmuera se extrae del tanque 12 de salmuera mediante una boquilla eductora (no mostrada), el conducto 24, un conducto 86 de salida y se introduce en la resina 30 de intercambio iónico en el tanque 34 de tratamiento. A medida que la solución 16 de salmuera se extrae del tanque 12 de salmuera, el nivel de solución disminuye por debajo del primer par de detectores 66 (es decir, el primer par de detectores 66 se expone al aire dentro del tanque 12). En este momento, el segundo flotador 84 se mueve con el nivel de la solución de salmuera, abriendo un paso de luz entre el primer fotoemisor 68 y el primer fotodetector 70, enviando una señal al controlador 36, iniciando un temporizador (no mostrado).

25 Cuando el nivel de la solución 16 de salmuera disminuye por debajo del segundo par de detectores 72 (es decir, el segundo par de detectores se expone al aire dentro del tanque 12), el segundo flotador 84 está en la parte inferior 87 de la segunda cavidad 82 de flotador adyacente a la abertura 83b, y cierra un paso de luz entre el segundo fotoemisor 74 y el segundo fotodetector 76 (mostrado con líneas discontinuas en la Figura 2), enviando una señal al controlador 36 e interrumpiendo el temporizador. Se puede utilizar el tiempo transcurrido para que la solución 16 de salmuera pase entre el primer y el segundo par de detectores 66, 72, respectivamente, para determinar el caudal de extracción de salmuera.

30 Concretamente, se puede determinar el caudal de extracción de salmuera utilizando la ecuación siguiente:

$$FR_e = \{[\pi * h * r_1^2 * (PerVoid)] + [(1 - PerVoid) * (\pi * h) * (r_2^2)]\} / t_e$$

donde:

FR_e = caudal de extracción de salmuera;

h = altura entre el fotoemisor y el fotodetector;

35 r₁ = radio del tanque de salmuera;

PerVoid = % en volumen del tanque ocupado por sal (~45% para sal en pellets);

r₂ = radio de la carcasa de la válvula de salmuera; y

t_e = tiempo transcurrido para alcanzar la distancia h durante el ciclo de extracción de salmuera.

40 Sobre la base del caudal de extracción de salmuera, el usuario puede determinar si la boquilla eductora, que permite que la solución 16 de salmuera se extraiga a través del conducto 24, se encuentra obstruida o parcialmente bloqueada. Concretamente, si el caudal de extracción de salmuera se encuentra por debajo de un nivel predeterminado, hay una probabilidad que la boquilla eductora esté obstruida o parcialmente bloqueada y necesite ser reparada, y los indicadores 38 alertarán al usuario, mediante un LED o alarma sonora, por ejemplo.

45 Durante el ciclo de rellenado, el agua blanda fluye a través de un conducto 88 de salida y el conducto 24 y llena el tanque 12 de salmuera para preparar la solución 16 de salmuera para la regeneración siguiente. A medida que el tanque 12 se rellena, el nivel de solución se elevará primero por encima del segundo par de detectores 72, provocando una disminución de la frecuencia y resistencia del circuito conectado con el segundo fotodetector 76 y un incremento de la conductividad de la solución 16 de salmuera. Tal incremento de la conductividad de la solución 16 de salmuera incrementará la concentración y densidad de la solución, provocando que el segundo flotador 84 se eleve y abra un paso de luz entre el segundo fotoemisor 74 y el segundo fotodetector 76, transmitiendo una señal al controlador 36 para iniciar el temporizador.

5 Cuando el nivel de la solución se eleva hasta el nivel del primer par de detectores 66, el segundo flotador 84 se encuentra en una cabecera 89 de la segunda cavidad 82 de flotador adyacente a la abertura 83a y cierra el paso de luz entre el primer fotoemisor 68 y el primer fotodetector 70, enviando una señal al controlador 36 para parar el temporizador. Debido a la mayor conductividad de la solución 16 de salmuera, la densidad de la solución es superior o igual a la del segundo flotador 84, y el segundo flotador permanece en la cabecera 89 de la segunda cavidad 82 de flotador. Se puede utilizar el tiempo transcurrido para que la solución 16 de salmuera se eleve entre el segundo y el primer par de detectores 72, 66, respectivamente, para calcular el caudal de rellenado.

Concretamente, se puede calcular el caudal de rellenado utilizando la ecuación siguiente:

$$FR_e = \{[\pi * h * r_1^{2*} (PerVoid)] + [(1 - PerVoid) * (\pi * h) * (r_2^2)]\} / t_e$$

10 donde:

FR_e = caudal de rellenado;

h = altura entre el fotoemisor y el fotodetector;

r_1 = radio del tanque de salmuera;

$PerVoid$ = % en volumen del tanque ocupado por sal (~45% para sal en pellets);

15 r_2 = radio de la carcasa para la válvula de salmuera; y

t_e = tiempo transcurrido para alcanzar la distancia h durante el ciclo de rellenado.

20 Por consiguiente, sobre la base del caudal de rellenado, el usuario puede determinar si los controles/líneas de flujo de rellenado (no mostrados) en el conducto 24 se encuentran obstruidos o parcialmente bloqueados. En concreto, si el caudal de rellenado se encuentra por debajo de un nivel predeterminado, hay una probabilidad de que los controles/líneas de flujo de rellenado estén obstruidos o parcialmente bloqueados, y los indicadores 38 alertarán al usuario, mediante un LED o alarma sonora, por ejemplo, que el sistema debe ser reparado.

25 Se pueden utilizar también el primer y segundo par de detectores 66,72 para detectar la presencia de un puente salino. Como se conoce en la técnica, los puentes salinos conducen a concentración baja de salmuera por debajo del puente salino y a reacciones de intercambio iónico ineficaces durante la regeneración, lo que desemboca en una menor capacidad de rendimiento y pérdida de dureza. Para detectar la presencia de un puente salino, se inicia el temporizador al inicio del ciclo de aclarado rápido y, cuando el nivel de la solución 16 de salmuera se eleva hasta el segundo par de detectores 72, el segundo flotador 84 se encuentra en la parte inferior 87 de la segunda cavidad 82 de flotador y cierra el paso de luz entre el segundo par de detectores, enviando una señal al controlador 36 y parando el temporizador. Sobre la base de este tiempo, se puede determinar la velocidad media por debajo del segundo par de detectores 72 utilizando la ecuación siguiente:

$$V_1 = FR_r / \{(\pi * r_1^2) - [(1 - PerVoid) * (4 * \pi) * (R_a + R_b) / 2]^2\}$$

donde:

V_1 = velocidad media por debajo del segundo par de detectores;

FR_r = caudal de rellenado;

35 r_1 = radio del tanque de salmuera;

R_a = radio más grande de la pata de la placa de salmuera 28b (Figura 1);

R_b = radio más pequeño de la pata de la placa de salmuera 28B (Figura 1); y

$PerVoid$ = % en volumen del tanque ocupado por sal (~45% para sal en pellets).

40 Cuando el nivel de la solución de salmuera se eleva por encima del segundo par de detectores 72, la concentración y densidad de la solución 16 se incrementan, y el segundo flotador 84 se mueve hacia arriba en la segunda cavidad 82 de flotador, abriendo un paso de luz entre el segundo fotoemisor 74 y el segundo fotodetector 76 y enviando una señal al controlador 36, iniciando el temporizador. Cuando el nivel de la solución alcanza el primer par de detectores 66, el segundo flotador 84 se encuentra en la cabecera 89 de la segunda cavidad 82 de flotador y cierra el paso de luz entre el primer fotoemisor 68 y el primer fotodetector 70, parando el temporizador. Sobre la base de este tiempo, se calcula la velocidad media por encima del segundo par de detectores 72 utilizando la ecuación siguiente:

$$V_2 = FR_r / \{[(\pi * r_1^2) - (\pi * r_2^2)] * (PerVoid) + (\pi * r_2^2)\}$$

donde:

V_2 = velocidad media por encima del segundo par de detectores;

FR_r = caudal de rellenado;

r_1 = radio del tanque de salmuera;

r_2 = radio de la carcasa para la válvula de salmuera;

5 R_a = radio más grande de la pata de la placa de salmuera del cono derecho (Figura 1);

R_b =radio más pequeño de la pata de la placa de salmuera del cono derecho (Figura 1); y

PerVoid = % en volumen del tanque ocupado por sal (~45% para sal en pellets).

Se puede calcular la relación de velocidad entre la velocidad por encima del segundo par de detectores V_2 y la velocidad por debajo del segundo par de detectores de la forma siguiente:

10
$$V_{ratio} = (d_2/t_r)/(d_1/t_0) \approx 1.6$$

donde:

V_{ratio} = relación de velocidad sobre la base de un tanque de trituración 250;

d_2 = distancia entre el primer y segundo par de detectores;

t_r = tiempo transcurrido para alcanzar el primer detector desde el segundo detector;

15 d_1 = distancia entre el nivel inicial de salmuera y el segundo par de detectores; y

t_0 = tiempo transcurrido para alcanzar el segundo detector desde el inicio del ciclo de aclarado rápido.

20 En un sistema que funcione adecuadamente, debido al volumen ocupado por la sal 20 (Figura 1), la velocidad por encima del segundo par de detectores V_2 suele ser superior a la de por debajo del segundo par de detectores. Sin embargo, si la relación de velocidad se encuentra por debajo de 1.6 (relación de velocidad deseada aproximada sobre la base de un tanque de 250 libras (113'40 Kg), los indicadores 38 alertan al usuario que es muy probable que exista un puente salino ya que la baja relación de velocidad indica una concentración insuficiente de sal en la solución 16 de salmuera.

25 Como se ha mencionado anteriormente, el presente conjunto de salinómetro y sensor de caudal 10 proporciona un primer juego 46 de detectores para determinar si la solución 16 de salmuera está suficientemente concentrada para indicar la necesidad de rellenar con sal, y/o un segundo juego 48 de detectores para determinar los caudales de extracción y de rellenado de salmuera de la solución durante la regeneración para determinar cuando el sistema 14 ablandador de agua necesita ser reparado. El primer y segundo juego de detectores 46, 48 se proporcionan preferiblemente en una única carcasa 40 de sensor, más que en dos carcasas separadas y, por consiguiente, el cableado 44 emana de la misma fuente y sólo se necesita proporcionar un ensamblaje 10 de sensor en el tanque 12
30 de salmuera. Sin embargo, se contemplan múltiples carcasas dependiendo de la aplicación.

Mientras que en la presente invención se ha descrito una realización concreta del presente conjunto de salinómetro y sensor de caudal, los expertos en la materia reconocerán que se pueden realizar cambios y modificaciones a la misma sin desviarse de la invención es sus aspectos más amplios y tal como se expone en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto (10) de salinómetro y sensor de caudal para un sistema (14) ablandador de agua, dicho sistema (14) ablandador de agua incluye un tanque (30) de tratamiento y un tanque (12) de salmuera que contiene una solución (16) de salmuera, caracterizándose el conjunto por que comprende:
- 5 al menos una carcasa (40) de sensor adaptada estar dispuesta en el tanque (12) de salmuera de dicho sistema (14) ablandador de agua;
- un primer juego (46) de detectores contenido dentro de dicha carcasa (40) dicha y configurada para indicar si la solución de salmuera está adecuadamente concentrada, en donde dicho primer juego (46) de detectores incluye un primer fotoemisor (52), un primer fotodetector (56) frente a dicho primer fotoemisor (52) y un primer flotador (62) localizado de forma móvil dentro de una primera cavidad (60) entre dicho primer fotoemisor y dicho primer fotodetector; y
- 10 un segundo juego (48) de detectores contenido dentro de dicha carcasa y configurado para medir el caudal de solución de salmuera durante los ciclos de regeneración de extracción y de rellenado de salmuera, en donde dicho segundo juego (48) de detectores incluye un primer par de detectores (66) que incluye un segundo fotoemisor (68) y un segundo fotodetector (70) en frente de dicho segundo fotoemisor (68), y un segundo par de detectores (72) que incluye un tercer fotoemisor (74) y un tercer fotodetector (76) en frente de dicho tercer fotoemisor (74),
- 15 y un segundo flotador (84) localizado de forma móvil dentro de una segunda cavidad (82).
2. El conjunto de la reivindicación 1, que incluye al menos un indicador (38) en comunicación con dicho primer juego de detectores y dicho segundo juego de detectores, en donde dicho al menos un indicador se activa cuando la solución de salmuera está a una concentración designada o cuando el caudal de la solución de salmuera alcanza un caudal designada.
- 20 3. El conjunto de la reivindicación 1, en donde dicho primer fotoemisor y dicho primer fotodetector se sitúan en lados opuestos de dicha carcasa.
4. El conjunto de la reivindicación 1, en donde dicho primer fotoemisor y dicho primer fotodetector se encuentran a la misma altura por encima de una superficie inferior de dicha carcasa.
- 25 5. El conjunto de la reivindicación 1, en donde:
- dicha carcasa incluye una primera cámara (54) y una segunda cámara (58) separada de dicha primera cámara, dicha primera y segunda cámara definiendo una cavidad de flotador entre medias;
- estando colocado dicho primer fotoemisor (52) en dicha primera cámara y estando colocado dicho primer fotodetector (56) en dicha segunda cámara, dicho fotoemisor dirigiendo luz hacia dicho fotodetector; teniendo dicho primer flotador (62) una densidad designada y estando colocado en dicha cavidad de flotador, estando configurado dicho primer flotador para bloquear dicha luz cuando una densidad de la solución de salmuera sea al menos igual a dicha densidad designada; y
- 30 al menos un indicador (38) en comunicación con dicho fotodetector, activándose dicho al menos un indicador cuando dicho flotador bloquea al menos una parte de dicha luz para indicar que la densidad de la solución de salmuera está por debajo de dicha densidad designada.
- 35 6. El conjunto de la reivindicación 5, en donde dicho fotoemisor y dicho fotodetector se colocan a la misma altura en dicha primera y segunda cámaras respectivas.
7. El conjunto de las reivindicaciones 1 o 5, en donde dicho fotoemisor genera una luz infrarroja y dicho fotodetector hace pasar una corriente eléctrica que es directamente proporcional a un nivel de intensidad de dicha luz infrarroja.
- 40

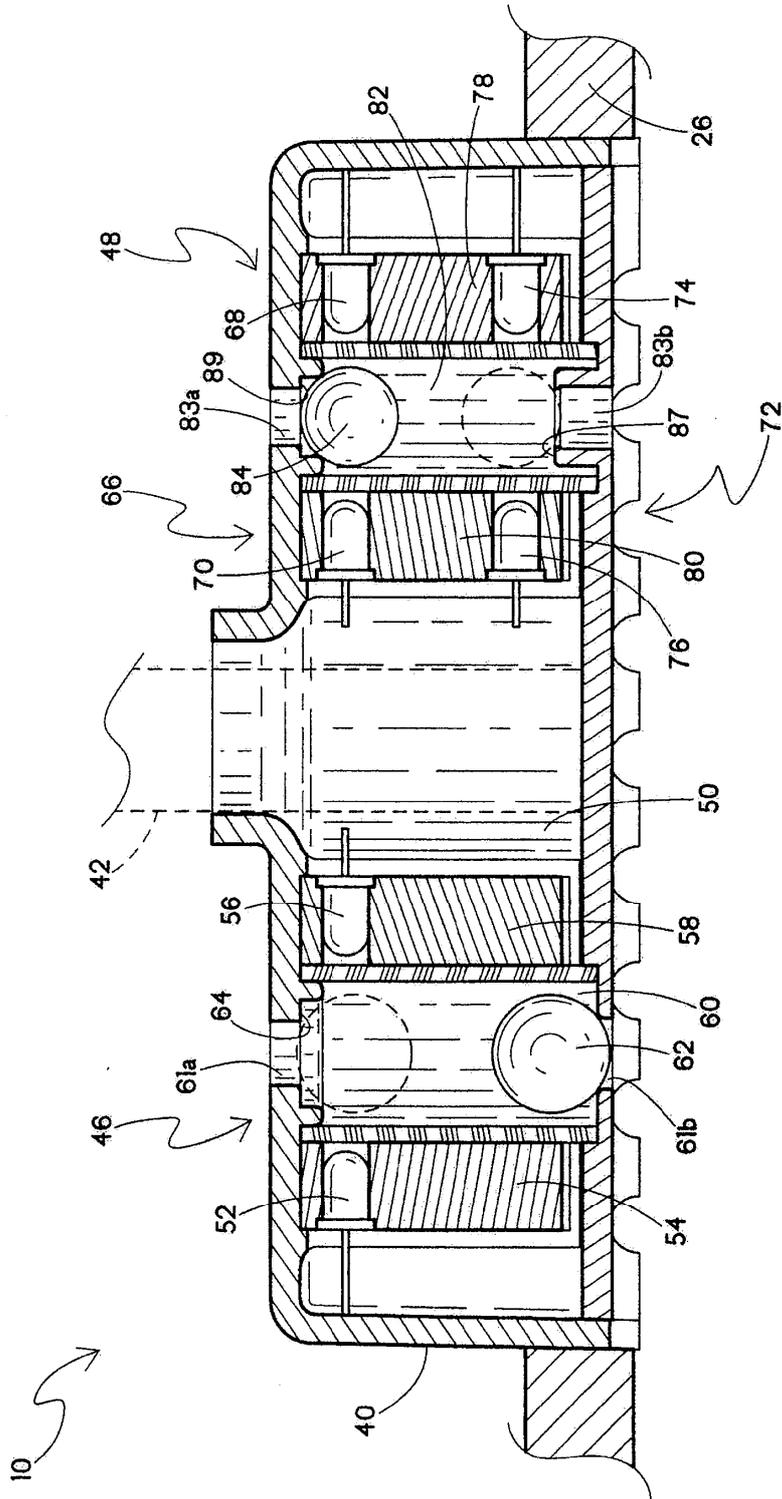


Fig.2