

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 864 073**

51 Int. Cl.:

C02F 1/08 (2006.01)

F22B 3/06 (2006.01)

B01D 1/22 (2006.01)

C02F 1/04 (2006.01)

C02F 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2009** **PCT/US2009/048292**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2009** **WO09158345**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2009** **E 09770879 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2021** **EP 2310102**

54 Título: **Sistema para descontaminar el agua y generar vapor de agua**

30 Prioridad:

23.06.2008 US 74743

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.10.2021

73 Titular/es:

VERNO HOLDINGS, LLC (100.0%)
6130 Elton Avenue
Las Vegas, NV 89107, US

72 Inventor/es:

RILEY, JOHN, D. y
JOHNSON, DANA, L.

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 864 073 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 descontaminar el agua y generar vapor de agua

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para descontaminar el agua y generar vapor de agua. Más particularmente, la presente invención se refiere a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

10 La desalinización (también desalación o desalinización) se refiere a uno de los muchos procesos para eliminar el exceso de sal, minerales y otros contaminantes naturales o antinaturales del agua. Históricamente, la desalinización convirtió el agua de mar en agua potable a bordo de los barcos. Los procesos modernos de desalinización todavía se usan en barcos y submarinos para asegurar un suministro constante de agua potable para la tripulación. Sin embargo, la desalinización se usa cada vez más en regiones áridas que tienen escasos recursos de agua dulce. En estas regiones, el agua salada del océano se desaliniza a agua dulce adecuada para el consumo (es decir, potable) o para riego. El producto de desecho altamente concentrado del proceso de desalinización se denomina comúnmente como salmuera, siendo la sal (NaCl) un subproducto principal típico. El interés más moderno en la desalinización se centra en el desarrollo de procesos rentables para proporcionar agua dulce para su uso en regiones áridas donde la disponibilidad de agua dulce es limitada.

20 La desalinización a gran escala suele ser costosa y generalmente requiere grandes cantidades de energía y una infraestructura costosa. Por ejemplo, la planta desalinizadora más grande del mundo usa principalmente destilación instantánea de múltiples etapas y puede producir 300 millones de metros cúbicos (m³) de agua al año. La planta desalinizadora más grande de los Estados Unidos desaliniza 25 millones de galones (95 000 m³) de agua por día. En todo el mundo, aproximadamente 13 000 plantas desalinizadoras producen más de 12 mil millones de galones (45 millones de m³) de agua por día. De este modo, hay una necesidad constante en la técnica para mejorar los procedimientos de desalinización, a saber reducir los costos y mejorar la eficiencia de los sistemas relacionados.

25 La desalinización puede realizarse por muchos procesos diferentes. Por ejemplo, varios procesos usan procedimientos simples de desalinización basados en evaporación, como la evaporación de múltiples efectos (MED o simplemente ME), la evaporación por compresión de vapor (VC) y la evaporación-condensación. En general, la evaporación-condensación es un proceso natural de desalinización realizado por la naturaleza durante el ciclo hidrológico. En el ciclo hidrológico, el agua se evapora a la atmósfera a partir de fuentes como lagos, océanos y arroyos. El agua evaporada entonces entra en contacto con el aire más frío y forma rocío o lluvia. El agua resultante generalmente está libre de impurezas. El proceso hidrológico puede replicarse artificialmente al usar una serie de procesos de evaporación-condensación. En funcionamiento básico, el agua salada se calienta a evaporación. La sal y otras impurezas se disuelven del agua y se dejan atrás durante la etapa de evaporación. El agua evaporada se condensa, recoge y almacena más tarde como agua dulce. A lo largo de los años, el sistema de evaporación-condensación se ha mejorado considerablemente, especialmente con el advenimiento de una tecnología más eficiente que facilita el proceso. Per, estos sistemas todavía requieren una entrada de energía significativa para evaporar el agua. Un procedimiento alternativo de desalinización basado en evaporación incluye destilación instantánea en múltiples etapas, como se describió brevemente anteriormente. La destilación instantánea de múltiples etapas usa destilación al vacío. La destilación al vacío es un proceso de ebullición de agua a menos de la presión atmosférica al crear un vacío dentro de la cámara de evaporación. Por lo tanto, la destilación al vacío funciona a una temperatura mucho más baja que la MED o VC y por lo tanto requiere menos energía para evaporar el agua para separar los contaminantes de los mismos. Este proceso es particularmente deseable en vista del aumento de los costos de energía.

40 Los procedimientos alternativos de desalinización pueden incluir procesos basados en membranas como ósmosis inversa (RO), inversión de electrodialisis (EDR), nanofiltración (NF), ósmosis delantera (FO) y destilación por membrana (MD). De estos procesos de desalinización, la ósmosis inversa es la más usada. La ósmosis inversa usa membranas semipermeables y presión para separar la sal y otras impurezas del agua. Las membranas de ósmosis inversa se consideran selectivas. Es decir, la membrana es altamente permeable a las moléculas de agua mientras que es altamente impermeable a la sal y otros contaminantes disueltos en ella. Las membranas en sí se almacenan en recipientes costosos y altamente presurizados. Los recipientes disponen las membranas para maximizar la superficie y el caudal de agua salada. Los sistemas de desalinización de ósmosis convencional típicamente usan una de las dos técnicas para desarrollar alta presión dentro del sistema: bombas de alta presión (1); o centrifugadoras (2). Una bomba de alta presión ayuda a filtrar el agua salada a través de la membrana. La presión en el sistema varía de acuerdo con los ajustes de la bomba y la presión osmótica del agua salada. La presión osmótica depende de la temperatura de la solución y de la concentración de sal disuelta en ella. Alternativamente, las centrifugadoras son típicamente más eficientes, pero son más difíciles de implementar. La centrifuga gira la solución a altas tasas para separar materiales de diferentes densidades dentro de la solución. En combinación con una membrana, las sales suspendidas y otros contaminantes están sujetos a una aceleración radial constante a lo largo de la longitud de la membrana. Un problema común con la ósmosis inversa en general es la eliminación de la sal suspendida y la obstrucción de la membrana con el tiempo.

Los gastos de funcionamiento de las plantas de desalinización de agua de ósmosis inversa se determinan principalmente por los costos de energía necesarios para accionar la bomba de alta presión o la centrifuga. Un sistema

de recuperación de energía hidráulica puede integrarse en el sistema de ósmosis inversa para combatir los crecientes costos de energía asociados con procesos que ya consumen mucha energía. Esto implica recuperar parte de la energía de entrada. Por ejemplo, las turbinas son particularmente capaces de recuperar energía en sistemas que requieren altas presiones de funcionamiento y grandes volúmenes de agua salada. La turbina recupera energía durante una caída de presión hidráulica. De este modo, la energía se recupera en un sistema de ósmosis inversa en base a diferenciales de presión entre lados opuestos de la membrana. La presión en el lado del agua salada es mucho mayor que la presión en el lado del agua desalinizada. La caída de presión produce una considerable energía hidráulica recuperable por la turbina. De este modo, la energía producida entre las secciones de alta presión y baja presión de la membrana de ósmosis inversa se aprovecha y no se desperdicia por completo. La energía recuperada puede usarse para accionar cualquiera de los componentes del sistema, incluida la bomba de alta presión o la centrífuga. Las turbinas ayudan a reducir los gastos generales de energía para realizar la desalinización.

En general, los sistemas de ósmosis inversa típicamente consumen menos energía que la destilación térmica y, por lo tanto, son más rentables. Mientras que la ósmosis inversa funciona bien con soluciones de agua algo salobre, la ósmosis inversa puede volverse sobrecargada e ineficiente cuando se usa con soluciones muy saladas, como el agua salada oceánica. Otros procedimientos de desalinización menos eficientes pueden incluir intercambio iónico, congelación, desalinización geotérmica, humidificación solar (HDH o MEH), cristalización de hidrato de metano, reciclaje de agua de alto calidad o hipertermia inducida por RF. Independientemente del proceso, la desalinización sigue siendo intensiva en energía. Los costes futuros y la viabilidad económica siguen dependiendo tanto del precio de la tecnología de desalinización como de los costes de la energía necesaria para hacer funcionar el sistema.

En otro procedimiento alternativo de desalinización, el documento patente de Estados Unidos núm. 4,891,140 de Burke, Jr. divulga un procedimiento para separar y eliminar minerales disueltos y material orgánico del agua mediante destilación destructiva. Aquí, el agua se calienta a un vapor bajo presión controlada. Las partículas de sal disueltas y otros contaminantes caen de la solución a medida que el agua se evapora. Una centrífuga de hidrociclón integrada acelera el proceso de separación. El agua limpia calentada a alta presión transfiere energía al sistema a través del intercambio de calor y un motor hidráulico. Por lo tanto el uso neto de energía es relativamente inferior al de los procesos antes mencionados. De hecho, el uso neto de energía es esencialmente equivalente a la pérdida de la bomba y la pérdida de calor por el funcionamiento del equipo. Una ventaja particular de este diseño es que no hay membranas para reemplazar. Este proceso elimina los productos químicos y otras materias que de otro modo dañarían o destruirían los dispositivos de desalinización basados en membranas.

Otra patente, el documento patente de Estados Unidos núm. 4,287,026 a Wallace, divulga un procedimiento y un aparato para eliminar la sal y otros minerales en forma de sólidos disueltos de la sal y otras aguas salobres para producir agua potable. El agua se ve forzada a través de varias etapas de desalinización a altas temperaturas y a velocidades centrífugas altas. Preferentemente, los componentes interiores giran el agua a velocidades de hasta Mach 2 para separar y suspender eficientemente la sal disuelta y otros sólidos disueltos del agua vaporizada. La sal suspendida y otros minerales se ven forzados centrífugamente hacia afuera para descargarse por separado del vapor de agua. El vapor o vapor separado y purificado se condensa de nuevo al agua potable. El sistema requiere una energía significativamente menos funcional que la ósmosis inversa y sistemas de filtración similares para purificar eficiente y económicamente el agua. Un inconveniente de este diseño es que el eje giratorio se integra en una cámara vertical. Como resultado, las secciones del eje giratorio solo se anclan sólidamente a la unidad base mediante un rodamiento y una tapa de rodamiento. A altas velocidades de giro (por ejemplo, sobre Mach 1), las vibraciones provocan una falla excesiva en el eje del rodamiento y el sello. Otro inconveniente es que una serie de cámaras se atornillan juntas en secciones de la carcasa. Las placas perforadas se acoplan a estas secciones por un sello de junta tórica. La carcasa y los sellos de junta tórica tienden a desgastarse con el tiempo debido a la penetración de la sal porque las múltiples cámaras y secciones de la carcasa se conectan a través de una pluralidad de tuercas y pernos. En particular, el montaje del diseño de Wallace es particularmente laborioso. El mantenimiento es igualmente intensivo en mano de obra, ya que se necesita un tiempo significativo para desmontar cada una de las secciones de la carcasa, que incluye las juntas tóricas, las tuercas y los pernos. Por supuesto, el dispositivo debe volver a montarse después de realizar el mantenimiento necesario. Cada sección de la carcasa debe volver a colocarse cuidadosamente para asegurar un sellado adecuado entre ellas. El sistema también es propenso a una variedad de problemas de par y mantenimiento a medida que el dispositivo envejece, como fugas de junta tórica. Además, el eje giratorio se conecta a la fuente de energía mediante un accionamiento de engranajes, lo que contribuye a los problemas de fiabilidad antes mencionados asociados con los rodamientos, ejes y sellos. El sistema tampoco divulga un medio para regular la velocidad de las secciones del eje giratorio de acuerdo con la presión osmótica del agua salada que se desaliniza. Por lo tanto, el funcionamiento estático de la máquina desalinizadora de Wallace no es tan eficiente como otros dispositivos modernos de desalinización. El documento US5810975 divulga un dispositivo con discos giratorios. El líquido a evaporar se tiende en una cara. El calentamiento se realiza al calentar los discos y las caras con el vapor comprimido. La energía proporcionada al dispositivo es la energía de compresión.

El documento DE4106112 divulga un dispositivo para calentar/evaporar un fluido. El fluido se calienta con los discos. Estos discos tienen un espacio interno en el que el fluido de calentamiento externo puede fluir.

El documento US5045155 divulga un dispositivo de destilación con una pila de discos. El líquido se introduce a temperatura de destilación. Se evapora en la superficie superior de un disco para condensar en la superficie inferior del siguiente disco. La superficie inferior muestra ranuras para favorecer la condensación.

De este modo, existe una necesidad en la técnica de un procedimiento que incluya sensores para monitorear la información del sistema en tiempo real y controles para ajustar el funcionamiento mecánico del sistema para maximizar la descontaminación del agua, como la desalinización del agua, y minimizar el consumo de energía. Dicho procedimiento debe incorporar además múltiples ciclos de reciclaje para aumentar la recuperación de agua potable de aproximadamente el ochenta por ciento a entre aproximadamente un noventa y seis por ciento al noventa y nueve por ciento, debe incorporar un sistema de recuperación asistido por polímeros para extraer oligoelementos de compuestos residuales y debe consumir menos energía que otros sistemas de desalinización conocidos en la técnica. La presente invención satisface estas necesidades y además proporciona ventajas relacionadas.

Sumario de la invención

10 La presente invención se dirige a un procedimiento para descontaminar el agua, como desalinizar el agua, y generar vapor de agua, incluido vapor. El procedimiento usa un recipiente alargado que define una cámara interna. El recipiente se orienta generalmente horizontalmente. Se forma una entrada de agua en el recipiente para introducir agua en ella. Una pluralidad de bandejas se dispone dentro de la cámara interna en relación espaciada entre sí. Las bandejas incluyen cucharas a través de las que pasa el agua y el vapor de agua. Las cucharas incluyen preferentemente una
15 entrada de un primer diámetro y una salida de un segundo diámetro más pequeño. Se dispone una pluralidad de deflectores, típicamente placas aperturadas, entre las bandejas. Cada deflector tiene una pluralidad de aberturas por las que pasa el vapor de agua y el agua. Preferentemente, las aberturas tienen una entrada de un primer diámetro y una salida de un segundo diámetro más pequeño. En una realización, al menos uno de los deflectores incluye un administrador de flujo que se extiende desde una cara frontal de la misma y configurado para dirigir el flujo del vapor de agua y el agua hacia una periferia del deflector.
20

Un eje giratorio pasa a través de los deflectores, y se fija a la bandeja con el fin de girar las bandejas dentro de la cámara interna, mientras que los deflectores permanecen estacionarios. Una unidad gira el eje. Típicamente, una capa o manguito de material de baja fricción, o rodamientos, se dispone entre los deflectores y el eje.

Se forma una salida de contaminantes en el recipiente y típicamente en comunicación de fluido con un tanque de agua contaminante. También se forma una salida de vapor de agua en el recipiente y está en comunicación con un tanque de recuperación de vapor para condensar el vapor en agua líquida. En una realización, al menos un tanque de agua contaminada tratada se acopla fluidamente al recipiente para reprocesar el agua contaminada al pasar de nuevo el agua contaminada tratada a través del sistema.

En una realización, se usa un controlador para ajustar la velocidad de giro del eje o la entrada de agua en el recipiente. Al menos un sensor está en comunicación con el controlador. Al menos un sensor se configura para determinar al menos uno de: 1) velocidad de giro del eje o bandejas, 2) presión de la cámara interna, 3) temperatura del vapor de agua o agua, 4) tasa de entrada de agua, o 5) nivel de agua contaminada a procesar.

En una realización, una turbina se conecta a la salida de vapor de agua del recipiente y conectada de manera operativa a un generador eléctrico. El agua se calienta al menos a una temperatura de ebullición de la misma con el fin de crear vapor, y el vapor y/o el vapor se pasa a través de la turbina conectada de manera operativa al generador eléctrico. Puede disponerse un retorno de agua tratada entre la turbina y la entrada de agua del recipiente.

En una realización particularmente preferente, el sistema se fija a un marco portátil, que puede transportarse a través de camiones semirremolque, recipientes ISO, o similares.

En uso, el procedimiento para descontaminar agua y generar vapor de agua comprende los pasos para introducir un agua que tenga contaminantes en el depósito. El agua se mueve a través de la serie de bandejas giratorias separadas alternativamente por los deflectores estacionarios con el fin de girar y calentar el agua para efectuar la vaporización de la misma para producir un vapor que tiene al menos algunos de los contaminantes separados de ella. Típicamente, el agua se calienta al menos a 37.77 °C (cien grados Fahrenheit), pero menos de 100 °C (doscientos doce grados Fahrenheit), si el sistema no incluye una turbina y un generador eléctrico. Preferentemente, la temperatura del vapor se eleva a una temperatura de pasteurización. Esto se hace al girar las bandejas a una velocidad donde la temperatura del vapor alcanza la temperatura de pasteurización.
40
45

El vapor se elimina del depósito para condensarse aparte de los contaminantes separados y el agua restante. El vapor de agua se pasa a través de un tanque de recuperación después de separar los miembros en una trayectoria de flujo del vapor para condensarse a agua líquida.

En una realización, se perciben ciertas condiciones, que incluyen al menos una de: 1) entrada de agua en el depósito, 2) la velocidad de giro de las bandejas, 3) presión dentro del depósito, 4) temperatura del agua o vapor, o 5) nivel de contaminantes separados. La velocidad de giro de las bandejas o la entrada de agua en el depósito puede ajustarse en respuesta a las condiciones detectadas. También puede detectarse el nivel de contaminantes separados y agua en un tanque de retención o la concentración de contaminantes en el agua tratada, y los contaminantes separados y el agua se reprocesa al recircular a través del depósito.
50
55

Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción más detallada, tomada conjuntamente con los dibujos acompañantes, que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Los dibujos acompañantes ilustran la invención. En los dibujos:
- La FIGURA 1 es una vista esquemática superior, y parcialmente en seccionada, de un sistema para descontaminar el agua y generar vapor de agua al usar en un procedimiento de acuerdo con la presente invención;
- La FIGURA 2 es una vista esquemática lateral y parcialmente seccionada del sistema de la FIGURA 1;
- 10 La FIGURA 3 es una vista desde arriba que ilustra el depósito de procesamiento de agua que tiene una porción superior abierta;
- La FIGURA 4 es una vista posterior del depósito de procesamiento horizontal de agua fijado a un marco portátil, de acuerdo con la presente invención;
- La FIGURA 5 es una vista desde arriba de una bandeja giratoria que tiene una pluralidad de cucharas en ella;
- La FIGURA 6 es una vista transversal de una porción de la bandeja y una cuchara de la misma;
- 15 La FIGURA 7 es una vista desde arriba de un deflector, usado de acuerdo con la presente invención;
- La FIGURA 8 es una vista lateral de un deflector que tiene un administrador de agua colocado delante del mismo;
- La FIGURA 9 es una vista transversal de una porción del deflector, que ilustra una abertura cónica del mismo;
- La FIGURA 10 es un esquema que ilustra el motor eléctrico acoplado a la transmisión y luego acoplado al eje del depósito de procesamiento de agua,
- 20 La FIGURA 11 es una ilustración esquemática del sistema de la presente invención, similar a la FIGURA 1, pero al ilustrar la incorporación de una caja de control y varios sensores,
- La FIGURA 12 es una vista esquemática superior del sistema que incorpora una turbina y un generador eléctrico;
- La FIGURA 13 es una vista posterior del depósito de procesamiento de agua, que ilustra una salida de vapor del mismo; y
- 25 La FIGURA 14 es una vista esquemática lateral del sistema de la FIGURA 12.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

- Como se muestra en los dibujos, con fines ilustrativos, la presente invención reside en un procedimiento para descontaminar agua y generar vapor de agua. El procedimiento de la presente invención es particularmente adecuado para la desalinización de agua salada, como el océano u otras aguas salobres, y este tratamiento preferente se usará con fines ilustrativos en la presente memoria, aunque los expertos en la técnica entenderán que el sistema y el procedimiento de la presente invención podrían usarse para descontaminar otras fuentes de agua. Además, como se describirá más completamente en la presente memoria, el procedimiento de la presente invención puede usarse en asociación con agua relativamente limpia para crear vapor de agua, en forma de vapor, que tiene una presión y temperatura suficientes con el fin de pasar a través de una turbina que se conecta de manera operativa a un generador eléctrico para la generación de electricidad u otras aplicaciones de calentamiento por vapor.
- 30
- 35

- Con referencia ahora a las FIGURAS 1 y 2, el sistema, generalmente denominado por el número de referencia 10, incluye un depósito de procesamiento de agua o cámara 12 que define una cámara interna 14, en la que la sal y otros sólidos y contaminantes disueltos se eliminan del agua para producir agua potable esencialmente libre de minerales. En una realización, el depósito de procesamiento 12 recibe agua contaminada de un tanque de alimentación 16 a través de una válvula de entrada 18 a través de un tubo del tanque de alimentación 20. Como se describió anteriormente, la fuente de agua puede ser agua del mar u océano, otras aguas salobres, o incluso agua que está contaminada con otros contaminantes. Además, la presente invención prevé suministrar el agua contaminada directamente desde la fuente, en la que el tanque de alimentación 16 no puede usarse necesariamente.
- 40

- Con referencia ahora a la FIGURA 3, el depósito 12 se compone de una armazón inferior y una porción superior del armazón 12b de manera que las porciones inferiores y superiores de la armazón 12a y 12b pueden abrirse o eliminarse en relación entre sí con el fin de acceder al contenido dentro de la cámara interna 14 del depósito 12. El depósito de procesamiento de agua 12 incluye, dentro de la cámara interna 14 una pluralidad de bandejas giratorias 22 separadas entre sí y que tienen un deflector 24 dispuesto entre las bandejas 22. Como se explicará más completamente en la presente memoria, las bandejas giratorias 22 incluyen una pluralidad de cucharas 26 formadas a través del mismo y los deflectores 24 típicamente comprenden placas que tienen una pluralidad de aberturas 28 formadas a través del
- 45
- 50

mismo. Los deflectores 24 se fijan al depósito 12 con el fin estar estacionarios. Los deflectores 24 pueden comprender una porción inferior dispuesta en el armazón inferior 1 2a del depósito y una porción superior fijada y dispuesta en el armazón superior 1 2b del depósito 12 y diseñada para formar un solo deflector cuando las armazones inferior y superior 12a y 12b del depósito 12 se acoplan entre sí y cerradas, o cada deflector 24 puede comprender una sola pieza que se fija al armazón inferior 12a o al armazón superior 12b y sin embargo permanece generalmente estacionaria a medida que el vapor de agua y el agua pasan a través del mismo.

Un accionamiento de frecuencia variable 30 regula la velocidad a la que el motor 32 eléctrico acciona una transmisión 34 y un eje correspondiente 36. El eje 36 se acopla giratoriamente a rodamientos o similares, típicamente acopladores Schmitt o rodamientos cerámicos 38 y 40 en extremos generalmente opuestos del depósito 12. El eje 36 se extiende a través de las bandejas 22 y los deflectores 24 de manera que solo las bandejas 22 son giradas por el eje. Es decir, las bandejas 22 se acoplan al eje 36. Los rodamientos, o un material de baja fricción, como una capa o manguito de teflón se disponen entre el eje giratorio 36 y el deflector de la placa de apertura 24 para reducir la fricción entre ellos, pero estabilizan y soportan el eje giratorio 36.

Como puede verse en los dibujos, el depósito de procesamiento de agua 12 se orienta generalmente horizontalmente. Esto contrasta con el dispositivo Wallace '026 en el que la cámara de procesamiento de agua estaba orientada generalmente verticalmente, y la parte superior del eje giratorio estaba asegurada por un rodamiento y una tapa de rodamiento, que soporta la propia cámara. Como resultado, las secciones del eje giratorio solo estaban ancladas sólidamente a la base de la unidad. A altas velocidades de funcionamiento de giro, las vibraciones dentro del sistema causan fallas excesivas en los rodamientos, ejes y sellos. Por el contrario, montar horizontalmente el depósito de procesamiento de agua 12 en una estructura de bastidor 42 distribuye la carga de giro a lo largo de la longitud del depósito 12 y reduce las vibraciones, como vibraciones armónicas, que de otro modo podrían causar fallas excesivas en el rodamiento, el eje y el sello. Además, montar el depósito 12 en la estructura I bastidor 42 mejora la portabilidad del sistema 10, como se describirá completamente en la presente memoria. Soportar el eje giratorio muy rápido 36 a través de cada deflector 24 estabiliza además el eje y el sistema y reduce las vibraciones y los daños causados de ese modo.

Como se mencionó anteriormente, el eje 36, y las bandejas 22 se giran a una velocidad muy alta, como Mach 2. Esto mueve el agua a través de las cucharas 26 de las bandejas 22, que se gira y calienta el agua de manera que se forma vapor de agua, y los contaminantes, sales y otros sólidos disueltos se dejan atrás y caen del vapor de agua. El vapor de agua y el agua pasan a través de las aberturas 28 de los deflectores 24 antes de procesarse de nuevo a través de la siguiente bandeja giratoria 22 con las cucharas 26. A medida que el vapor de agua y el agua pasan a través de cada subcámara del depósito 12, la temperatura del vapor de agua se incrementa de manera que se crea vapor de agua adicional y deja las sales, los sólidos disueltos y otros contaminantes en el agua restante. Las fuerzas centrífugas en el agua y los contaminantes la fuerzan hacia la pared de la cámara interna 14 y a un conjunto de canales 44 que dirigen los contaminantes y el agua no vaporizada a una salida 46. El vapor de agua que se genera pasa a través de una salida de vapor de agua 48 formada en el depósito 12. De este modo, el vapor de agua y los contaminantes y el agua restante se separan uno del otro.

Como se mencionó anteriormente, las bandejas 22 son giradas por el eje 36. El eje 36 se soporta dentro del interior del depósito de procesamiento de agua 12 por una pluralidad de rodamientos, como se mencionó anteriormente. Los rodamientos son típicamente de acero o hechos de materiales cerámicos. Los sistemas de desalinización de la técnica anterior incorporan rodamientos de rodillos estándar que fallarían a altas velocidades de giro y a altas temperaturas. De este modo, los sistemas de desalinización conocidos en la técnica anterior tenían altas tasas de falla asociadas con rodamientos de rodillos estándar. En la presente invención, los rodamientos de bolas de acero sellados o los rodamientos cerámicos 38 y 40 son más duraderos que los rodamientos de rodillos estándar y fallan con menos frecuencia bajo altas velocidades y temperaturas de giro. Además, el eje 36 se soporta intermitente por los materiales de baja fricción, como manguitos de teflón o rodamientos 50 dispuestos entre la placa deflectora 24 y el eje 36. Esto asegura además una distribución uniforme del peso y las fuerzas en el eje 36 y mejora el funcionamiento y la longevidad del sistema.

Con particular referencia a las FIGURA 5 y 6, se muestra una bandeja ilustrativa 22, que tiene una pluralidad de cucharas 26 formadas a través de la misma. Aunque catorce cucharas 26 se ilustran en la Figura 5, se apreciará que el número puede variar y puede ser varias docenas en una sola bandeja 22, de este modo la línea de puntos representa múltiples cucharas de una variedad de números.

La Figura 6 es una vista transversal de la bandeja 22 y la cuchara 26 formada en ella. En una realización particularmente preferente, las cucharas 26 son ahusadas de manera que un diámetro de una entrada 52 de las mismas es mayor que el diámetro de una salida 54 de las mismas. La cuchara cónica 26 es esencialmente un tubo que tiene la abertura vertical o entrada 52 sustancialmente perpendicular a la superficie horizontal de la base de la bandeja giratoria 22. El agua y el vapor se acelera a través de la cuchara cónica 26 porque la cuchara cónica tiene un volumen mayor en la entrada 52 de la misma y un volumen menor en la salida o salida 54 de la misma. El cambio de volumen desde la entrada a la salida de la cuchara cónica 26 provoca un aumento de la velocidad debido al efecto Venturi. Como resultado, el vapor de agua y el agua se agitan además, aumenta en la temperatura y aumenta en la velocidad. Esto permite además la separación de los contaminantes desde dentro del vapor de agua. La cuchara cónica 26 puede fijarse a la bandeja giratoria 22 por cualquier medio conocido en la técnica.

Una vez más, se apreciará que habrá más o menos cucharas ahusadas 26 distribuidas en toda el área de la bandeja giratoria 22, el número y tamaño particular de las cucharas 26 variará dependiendo de las condiciones de funcionamiento del sistema 10 de la presente invención. Además, el ángulo de la cuchara 26, ilustrado como aproximadamente cuarenta y cinco grados en la Figura 6, puede variarse de la bandeja a la bandeja 22. Es decir, al aumentar el ángulo de la cuchara giratoria, como por veinticinco grados a treinta y un grados a treinta y seis grados en la bandeja posterior, a cuarenta grados, cuarenta y cinco grados en una bandeja siguiente, etc. el aumento del ángulo de la cuchara 26 de la bandeja giratoria 22 se adapta a los aumentos en la presión del vapor de agua que se acumula a medida que el vapor de agua pasa a través del depósito 12. El aumento del ángulo también puede usarse para agitar y crear vapor de agua, y aumentar la presión del vapor de agua, que puede usarse en una turbina de vapor, como se describirá con más completamente en la presente memoria.

Con referencia ahora a las Figuras 7-9, un deflector 24, en forma de placa aperturada, se muestra en la Figura 7. En este caso, el deflector 24 se forma como un primer miembro de la placa 56 y un segundo miembro de la placa 58 que se conectan por los conectores 60 a la pared interna del depósito 12. Los conectores 60 pueden comprender pernos, varillas o cualquier otro medio de conexión que sea adecuado. Alternativamente, como se describió anteriormente, el deflector 24 puede formarse como una sola unidad conectada al armazón superior o inferior del depósito 12a y 12b. Cuando se forman como miembros de doble la placa 56 y 58, preferentemente los miembros de placa la 56 y 58 se acoplan entre sí cuando el depósito 12 se cierra con el fin de formar un solo deflector 24.

Como se describió anteriormente, una pluralidad de aberturas 28 se forma a través de la placa deflectora 24. La Figura 9 es una vista transversal de una de las aberturas 28. Al igual que a la bandeja descrita anteriormente, la abertura incluye preferentemente una entrada 62 que tiene un diámetro mayor a una salida 64 de la misma, de manera que es cónica la abertura 28 que aumentará la presión y la velocidad del vapor de agua y del agua que pasa a través del mismo, al aumentar además la temperatura y al crear vapor adicional del agua. Al igual que la bandeja 22 descrita anteriormente, las aberturas 28 pueden formarse en toda la placa deflectora, como se representa por la serie de líneas discontinuas. El número y tamaño particulares de las aberturas 28 pueden variar dependiendo de las condiciones de funcionamiento del sistema 10.

Con referencia ahora a la Figura 8, el eje 36 se ilustra extendiéndose a través de la placa deflectora 24. En una realización, un administrador de agua en forma de cono 66 se coloca frente al deflector 24. Por ejemplo, el administrador 66 puede tener un ángulo de cuarenta y cinco grados para desviar el agua y el vapor restantes del eje 36 y hacia la periferia o borde exterior de la placa deflectora 24 para una mejor vaporización y un mayor porcentaje de recuperación del agua potable.

Con referencia de nuevo a las Figuras 3 y 4, como se mencionó anteriormente, en una realización particularmente preferente el depósito 12 se forma en dos armazones o secciones 12a y 12b. Esto permite una inspección rápida y la sustitución de los componentes del depósito, según sea necesario. Preferentemente, la pared de la cámara interna 14, y cualquier otro componente como las bandejas 22, las placas deflectoras 24, el eje 36, etc. se tratan con Melonita, u otra sustancia reductora de fricción y resistente a la corrosión. Por supuesto, estos componentes pueden componerse por materiales resistentes a la corrosión y tengan un bajo coeficiente de fricción, como acero inoxidable pulido o similares. Las secciones inferiores y superiores 12a y 12b del depósito 12 están preferentemente interconectadas de manera que cuando se cierran son sustancialmente herméticas al aire y al agua. Además, el depósito cerrado 12 necesita ser capaz de soportar altas temperaturas y presiones debido a la vaporización de agua en el mismo durante el funcionamiento del sistema 10.

Con referencia ahora a las Figuras 1, 2 y 10, típicamente una transmisión 34 interconecta el motor eléctrico 32 y el eje de transmisión 36. La velocidad de la transmisión 34 se establece mediante el accionamiento de frecuencia variable 30. El accionamiento de frecuencia variable 30 se regula principalmente por un controlador computarizado 68, como se describirá más completamente en la presente memoria. Con particular referencia a las Figuras 10, el eje 70 del motor se conecta a un eje intermedio 72 por una correa 74. El eje intermedio 72 se conecta al eje por otra correa 76. La correa industrial de alta velocidad y el sistema de poleas se muestra en la Figura 10 acciona el eje 36 dentro del depósito de procesamiento de agua 12. Como se muestra, una pluralidad de correas 74 y 76 y un conjunto de ejes intermedios 72 aumentan la velocidad de salida giratoria en el eje 36 por un múltiplo de la velocidad de entrada de giro aplicada por el motor eléctrico 32 en el eje de transmisión del motor eléctrico 70. Por supuesto, la relación entre la velocidad de entrada de giro y la velocidad de salida de giro puede cambiarse al cambiar las velocidades de giro relativas de las correas 74 y 76 y los ejes intermedios correspondientes 72. Al acoplar el eje de transmisión del motor eléctrico 70 al eje 36 a través de las correas 74 y 76 y el eje intermedio 72, y añadir un acoplador Schmitt en el eje 36 entre la transmisión 34 y la cámara 12, la presente invención es capaz de evitar los problemas de vibración y fiabilidad que plagan otros sistemas de desalinización de la técnica anterior.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, como se mencionó anteriormente, el vapor de agua se dirige a través de una salida de vapor de agua 48 del depósito 12. El vapor de agua viaja a través de un tubo de recuperación 78 a un recipiente de recuperación de vapor o tanque 80. A continuación, el vapor de agua se condensa y se fusiona en agua líquida dentro del tanque de recuperación de vapor 80. Para facilitar esto, en una realización, una pluralidad de miembros separados 82, como en forma de rejillas, se colocan en la trayectoria de flujo del vapor de agua de manera que el vapor de agua pueda fusionarse y condensarse en las rejillas y convertirse en agua líquida. A continuación, el agua líquida se traslada a un tanque de almacenamiento de agua potable 84 o a un tanque de pasteurización y

retención 86. Si el vapor de agua y el agua en el depósito 12 se calientan a la temperatura necesaria para la pasteurización, con el fin de matar microorganismos dañinos, larvas de mejillón cebra y otros organismos dañinos, el agua líquida puede mantenerse en el tanque de retención 86.

En una realización particularmente preferente, cuando el objetivo principal del sistema 10 es eliminar contaminantes del agua contaminada, como el agua salada, con el fin de tener agua potable, la temperatura del vapor de agua se calienta entre 37,77 °C (cien grados Fahrenheit) y menos de 100 °C (doscientos doce grados Fahrenheit). Aun así con mayor preferencia, el vapor de agua se calienta entre 60 °C (ciento cuarenta grados Fahrenheit) y 76,67 °C (ciento setenta grados Fahrenheit) con fines de pasteurización. Sin embargo, la temperatura del vapor de agua se mantiene al mínimo, y preferentemente menos de 100 °C (doscientos doce grados Fahrenheit) de manera que el agua no hierva y se convierta en vapor, lo que es más difícil de condensar y fusionar del vapor de agua al agua líquida. En su lugar, el agua se hierve y la temperatura del vapor de agua por encima de 100 °C (doscientos doce grados Fahrenheit) preferentemente solo en los casos en que la generación de vapor es deseable para el calentamiento, la generación de electricidad, etc., propósitos como se describirá más completamente en la presente memoria. Esto permite a la presente invención pasteurizar el vapor de agua y condensar y fusionar el vapor de agua en agua líquida sin complejos sistemas de refrigeración o condensación, que a menudo requieren electricidad y energía adicionales.

En una realización, el agua contaminada, denominada salmuera en los procesos de desalinización, se recoge en la salida 46 y se traslada a un tanque de eliminación de salmuera 88. Como se muestra en la Figura 1, polímeros u otros químicos pueden añadirse a la salmuera para recuperar oligoelementos, etc. Además, la sal de la salmuera puede procesarse y usarse para diversos propósitos, incluido la generación de sal de mesa.

En una realización de la presente invención, el agua contaminada tratada se reprocesa al reciclar los contaminantes y el agua restante a través del sistema 10 de nuevo. Esto puede hacerse varias veces de manera que el agua potable extraída del agua contaminada aumente, como hasta el noventa y nueve por ciento. Esto puede hacerse al dirigir los contaminantes y el agua residual desde la salida 46 a una primera salmuera, o contaminante, tanque de reprocesamiento 92. El agua residual restante, en forma de salmuera u otros contaminantes, se reintroduce a través de la entrada 18 del depósito 12 y se reprocesa y recircula a través del depósito 12, como se describió anteriormente. Se extraerá agua potable adicional en forma de vapor de agua para su condensación y recogida en el tanque de recuperación de vapor 80. Los contaminantes restantes y las aguas residuales se dirigen a un segundo tanque de reprocesamiento de salmuera o contaminante 94. La concentración de contaminantes o salmuera será mucho mayor en este tanque de reprocesamiento. Una vez que se ha acumulado un nivel suficiente de agua residual o salmuera en el tanque de procesamiento 94, esta agua contaminada se pasa a través de la entrada 18 y circula y procesa a través del sistema 10, como se describió anteriormente. El vapor de agua potable extraído se elimina en la salida 48 y se convierte en agua líquida en el tanque de recuperación de vapor 80, como se describió anteriormente. Los contaminantes resultantes y las aguas residuales pueden colocarse en otro tanque de reprocesamiento, o en el tanque de eliminación de salmuera 88. Se prevé que un paso inicial de agua de mar produzca, por ejemplo, entre un ochenta y un noventa por ciento de agua potable. El primer reprocesamiento producirá una cantidad adicional de agua potable, de manera que el agua potable extraída es de entre el noventa y el noventa y cinco por ciento. Pasar la salmuera y el agua restante a través del sistema de nuevo puede producir hasta un noventa y nueve por ciento de recuperación de agua potable, al reciclar la salmuera a poco o ningún aumento en el costo unitario. Además, esto reduce el volumen de la salmuera o contaminantes, lo que puede facilitar la recuperación de oligoelementos y/o reducir los costos de eliminación de los mismos.

Con referencia ahora a la Figura 11, en una realización particularmente preferente, se integra un sistema informático en el sistema 10 de la presente invención que regula el accionamiento de frecuencia variable 30 en base a las mediciones tomadas de una pluralidad de sensores que leen continuamente temperatura, la presión, el caudal, las tasas de giro de los componentes y la capacidad restante de una variedad de tanques conectados al depósito de procesamiento de agua 12. Típicamente, estas lecturas se toman en tiempo real.

Por ejemplo, los sensores de temperatura y/o presión 96 pueden emplearse para medir la temperatura del vapor de agua o agua dentro o saliendo del depósito 12, así como su presión de los mismos según sea necesario. En respuesta a estas lecturas del sensor, la caja de control 68 hará que el accionamiento de frecuencia variable 30 mantenga la velocidad de giro del eje 36, disminuya la velocidad de giro del eje 36 o aumente la velocidad de giro del eje 36 para mantener la temperatura y la presión, reducir la temperatura y la presión, o aumentar la presión y la temperatura, respectivamente, del vapor de agua y del agua. Esto puede hacerse, por ejemplo, para asegurar que la temperatura del vapor de agua está a la temperatura necesaria de pasteurización con el fin de matar todos los microorganismos dañinos y otros organismos en el mismo. Alternativamente, o además de, puede usarse un sensor para detectar la velocidad de giro (RPMS) del eje 36 y/o bandejas 22 para asegurarse de que el sistema funciona correctamente y que el sistema está generando el vapor de agua necesario a la temperatura y/o presión deseadas. El controlador computarizado también puede ajustar la cantidad de entrada de agua a través de la entrada 18 (GPMS) para que se introduzca la cantidad adecuada de agua en cuanto a la cantidad de vapor de agua y aguas residuales que se eliminan para que el sistema 10 funcione eficientemente. La caja de control 68 puede ajustar el caudal de agua en el depósito 12, o incluso ajustar la entrada de agua.

Por ejemplo, como se indicó anteriormente, el agua contaminada puede provenir de un tanque de alimentación 16, o puede ser de cualquier otro número de tanques, incluidos los tanques de reprocesamiento 92 y 94. También se

contempla que el tanque de almacenamiento de agua recolectada podría acoplarse fluidamente a la entrada 18 con el fin de asegurar que el agua se purifique a un cierto nivel o para otros fines, como al generar vapor que requiere una mayor pureza de agua de la que puede proporcionar el agua contaminada. Como tal, uno o más sensores 98 pueden rastrear los datos dentro de los tanques para determinar los niveles de agua o aguas residuales/salmuera, concentraciones o caudales en los tanques o fuera de los tanques. El controlador 68 puede usarse para cambiar la entrada y salida de los tanques, como cuando la salmuera se reprocesa de un primer tanque de reprocesamiento de salmuera 92 al segundo tanque de reprocesamiento de salmuera 94, y eventualmente al tanque de eliminación de salmuera 88, como se describió anteriormente. De este modo, cuando el primer tanque de reprocesamiento de salmuera alcanza un nivel predeterminado, el flujo de fluido desde el tanque de alimentación 16 se apaga y, en su lugar se proporciona un fluido desde el primer tanque de reprocesamiento de salmuera 92 al depósito 12. Los contaminantes tratados y las aguas residuales restantes se dirigen al segundo tanque de reprocesamiento de salmuera 94, hasta que alcanza un nivel predeterminado. A continuación, el agua se dirige desde el segundo tanque de reprocesamiento de salmuera 94 a través del sistema y el depósito de procesamiento de agua 12 a, por ejemplo, el tanque de eliminación de salmuera 88. El agua de salmuera en el primer tanque de reprocesamiento 92 puede ser aproximadamente el veinte por ciento del agua contaminada, al incluir la mayoría del total de los sólidos disueltos. La salmuera residual que finalmente se dirige al tanque de eliminación de salmuera 88 solo puede comprender el uno por ciento del agua contaminada introducida inicialmente en el sistema de descontaminación 10 a través del tanque de alimentación 16. De este modo, los sensores de temperatura y presión, las RPM y los medidores de flujo pueden usarse para controlar la salida de agua deseada, al incluir los controles de temperatura del vapor de agua que resultan en agua pasteurizada.

El controlador 68 puede usarse para dirigir el accionamiento de frecuencia variable 30 para alimentar el motor 32 de manera que el eje 36 se gira a una velocidad suficientemente alta que el giro de las bandejas hierva el agua de entrada y crea vapor de una temperatura y presión deseadas, como se ilustra en la Figura 12. La Figura 12 ilustra una turbina de vapor 100 integrada en el sistema 10. El vapor de agua en forma de vapor podría generarse en el depósito de procesamiento de agua 12 para accionar una turbina de vapor de alta presión y baja temperatura, que se acopla a un generador eléctrico 102, para una generación rentable y económica de electricidad.

Por ejemplo, el vapor de agua puede calentarse a más de 315,55 °C (seiscientos grados Fahrenheit) y presurizarse por encima de mil seiscientos libras por pulgada cuadrada (psi), que es adecuado para accionar la turbina de vapor 100. Además del aumento de la velocidad de las bandejas, la incorporación de la naturaleza cónica de las cucharas 26 de las bandejas 22, y la naturaleza cónica de las aberturas 28 de los deflectores de la placa de aberturas 24 también facilitan la generación de vapor de agua y vapor. Al aumentar los ángulos de las cucharas 26, como desde veinticinco grados en una primera bandeja a cuarenta y cinco grados en una última bandeja, también aumenta la generación de vapor de agua en forma de vapor y aumenta la presión del mismo con el fin de poder accionar la turbina de vapor 100. Las Figuras 13 y 14 ilustran una realización en la que se forma una salida de vapor 104 en un extremo del depósito 12 y la turbina de vapor 100 se conecta directamente a ella de manera que el vapor presurizado pasa a través de la turbina 100 con el fin de girar las cucharas 106 y el eje 108 de las mismas con el fin de generar electricidad a través del generador eléctrico acoplado a la misma. Una salida de vapor de agua 110 transporta el vapor de agua a un recipiente de recuperación de vapor 80 o similar. El tanque de recuperación 80 puede necesitar incluir tuberías adicionales, condensadores, refrigeración, etc. para enfriar el vapor o el vapor de agua a alta temperatura con el fin de condensarlo en agua líquida.

Por supuesto, se apreciará por aquellos expertos en la técnica que el vapor generado por el sistema 10 puede usarse para otros propósitos, como propósitos de calentamiento, eliminación de aceite de pozos de aceite y pozos de alquitrán y esquisto y similares, etc.

También se apreciará que la presente invención, por medio de los sensores y controlador 68 puede generar vapor de agua de menor temperatura más baja y/o presión para la producción de agua potable, que el vapor de agua se dirige a través de la salida 48 directamente en un recipiente de recuperación de vapor, y el sistema aceleró para crear vapor de agua y agua de alta temperatura para pasar a través de la turbina de vapor 100 para generar electricidad según sea necesario. Por ejemplo, durante las horas nocturnas, el sistema 10 puede usarse para generar agua potable cuando se necesita muy poca electricidad. Sin embargo, durante las horas de luz diurna, el sistema 10 puede ajustarse para generar vapor y electricidad.

Como se describió anteriormente, muchos de los componentes de la presente invención, al incluir el accionamiento de frecuencia variable 30, el motor eléctrico 32, la transmisión 34 y el depósito de procesamiento de agua 12 y los componentes en el mismo pueden fijarse a un armazón 42 que es portátil. Todo el sistema 10 de la presente invención puede diseñarse para que ajuste en un recipiente ISO de cuarenta pies de largo. Este recipiente puede aislarse con una unidad de refrigeración (HVAC) para entornos de funcionamiento controlados y envío y almacenamiento. Los diversos tanques, al incluir el tanque de alimentación, el tanque de recuperación de vapor, el tanque de almacenamiento de agua portátil y los tanques de reprocesamiento o eliminación de contaminantes/salmuera, pueden ajustarse en el recipiente transportable o transportarse por separado y conectarse a los puertos de entrada y salida según sea necesario. De este modo, todo el sistema 10 de la presente invención puede transportarse fácilmente en un recipiente ISO, o similares, a través de un barco, remolque semitractor, o similares. De este modo, el sistema 10 de la presente invención puede llevarse a donde sea necesario para abordar desastres naturales, operaciones

militares, etc., incluso en ubicaciones remotas. Tal disposición da resultado a un alto nivel de movilidad y despliegue rápido y puesta en marcha del sistema 10 de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para descontaminar el agua y generar vapor de agua, que comprende los pasos de:
orientar un depósito alargado (12) que tiene una cámara interna (14) generalmente de manera horizontal;
introducir un agua que tiene contaminantes en la cámara interna (14) del depósito (12);
5 mover el agua a través de una serie de bandejas giratorias (22) separadas alternativamente por deflectores estacionarios (24) dispuestos dentro de la cámara interna;
hacer pasar el agua y el vapor de agua a través de una pluralidad de cucharas (26) a través de cada una de las bandejas (22), en las que las cucharas (26) se configuran para que tengan una entrada (52) de un primer diámetro y una salida (54) de un segundo diámetro más pequeño, con el fin de girar y calentar el agua para
10 efectuar la vaporización de la misma para producir un vapor que tenga al menos algunos de los contaminantes separados del mismo;
hacer pasar el agua a través de una pluralidad de aberturas (28) a través de cada uno de los deflectores (24), en el que las aberturas (28) se configuran para que tengan una entrada (62) de un primer diámetro y una salida (64) de un segundo diámetro más pequeño;
15 girar la serie de bandejas (22) a una velocidad por la que una temperatura del vapor se eleva a una temperatura de pasteurización;
retirar el vapor del depósito (12) para condensar aparte de los contaminantes separados y el agua restante;
detectar las condiciones de al menos uno de: 1) entrada de agua en el depósito (12), 2) la velocidad de giro de las bandejas (22), 3) presión dentro del depósito (12), 4) temperatura del agua o vapor, o 5) nivel de
20 contaminantes separados; y
ajustar la velocidad de giro de las bandejas (22) o la entrada de agua en el depósito (12) en respuesta a las condiciones detectadas.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye el paso de hacer pasar el vapor de agua a través de un tanque de recuperación (80) que tiene miembros separados en una trayectoria de flujo del vapor para condensar a agua líquida.
25
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye el paso de hacer pasar el vapor a través de una turbina (100) conectada de manera operativa a un generador eléctrico (102).
- 30 4. El procedimiento de la reivindicación 3, que incluye el paso de calentar el agua a al menos una temperatura de ebullición de la misma.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye el paso de reprocesamiento de los contaminantes separados y el agua mediante la recirculación de los contaminantes separados y el agua a través del depósito (12).
35
6. El procedimiento de la reivindicación 5, que incluye el paso de detectar del nivel de contaminantes separados y agua en un tanque de retención (86) o la concentración de contaminantes en el agua tratada.
- 40 7. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye el paso de calentar el agua a al menos 37-78 °C₁ (~~100 grados Fahrenheit~~), pero menos de 100 °C₂ (~~212 grados Fahrenheit~~).
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que las cucharas son ahusadas y el ángulo de las cucharas varía de una bandeja a otra, en ~~lae~~ que preferentemente el ángulo entre las diferentes bandejas se incrementa de 25° en una primera bandeja a 31° en una bandeja posterior a 36° a 40° y a 45° en una última bandeja.
45
9. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye el paso de hacer pasar de un eje giratorio (36) fijado a un mecanismo de accionamiento (32) a través de los deflectores (24) y las bandejas (22) de manera que solo las bandejas (22) giren.
- 50 10. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye el paso de dirigir el flujo de agua desde una porción central del deflector (24) hacia una periferia del deflector (24).

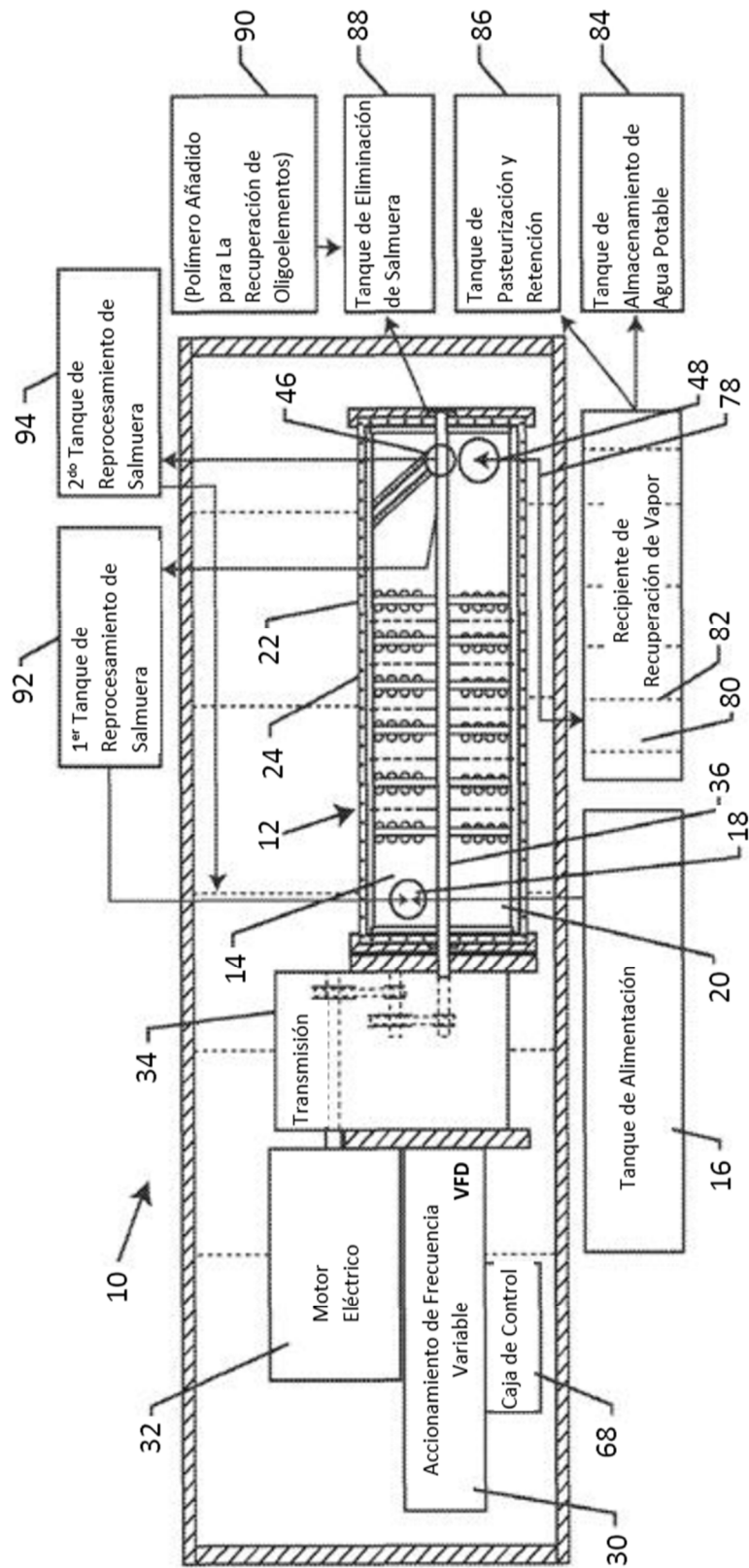


Figura 1

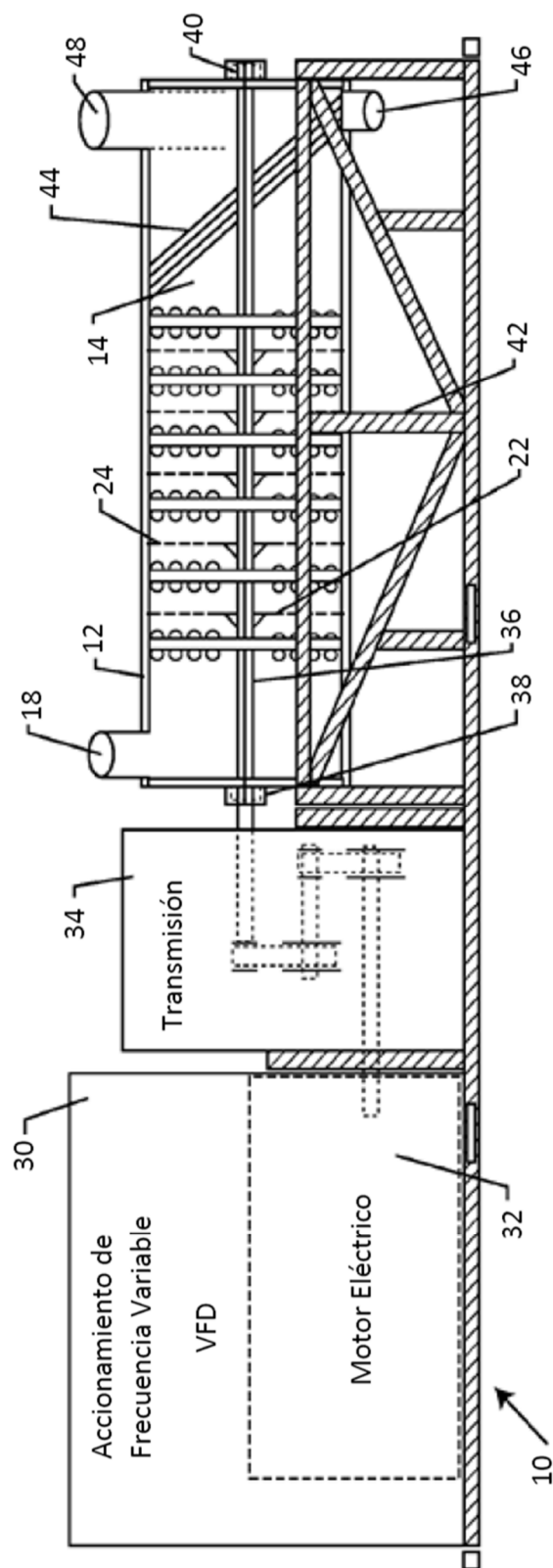


Figura 2

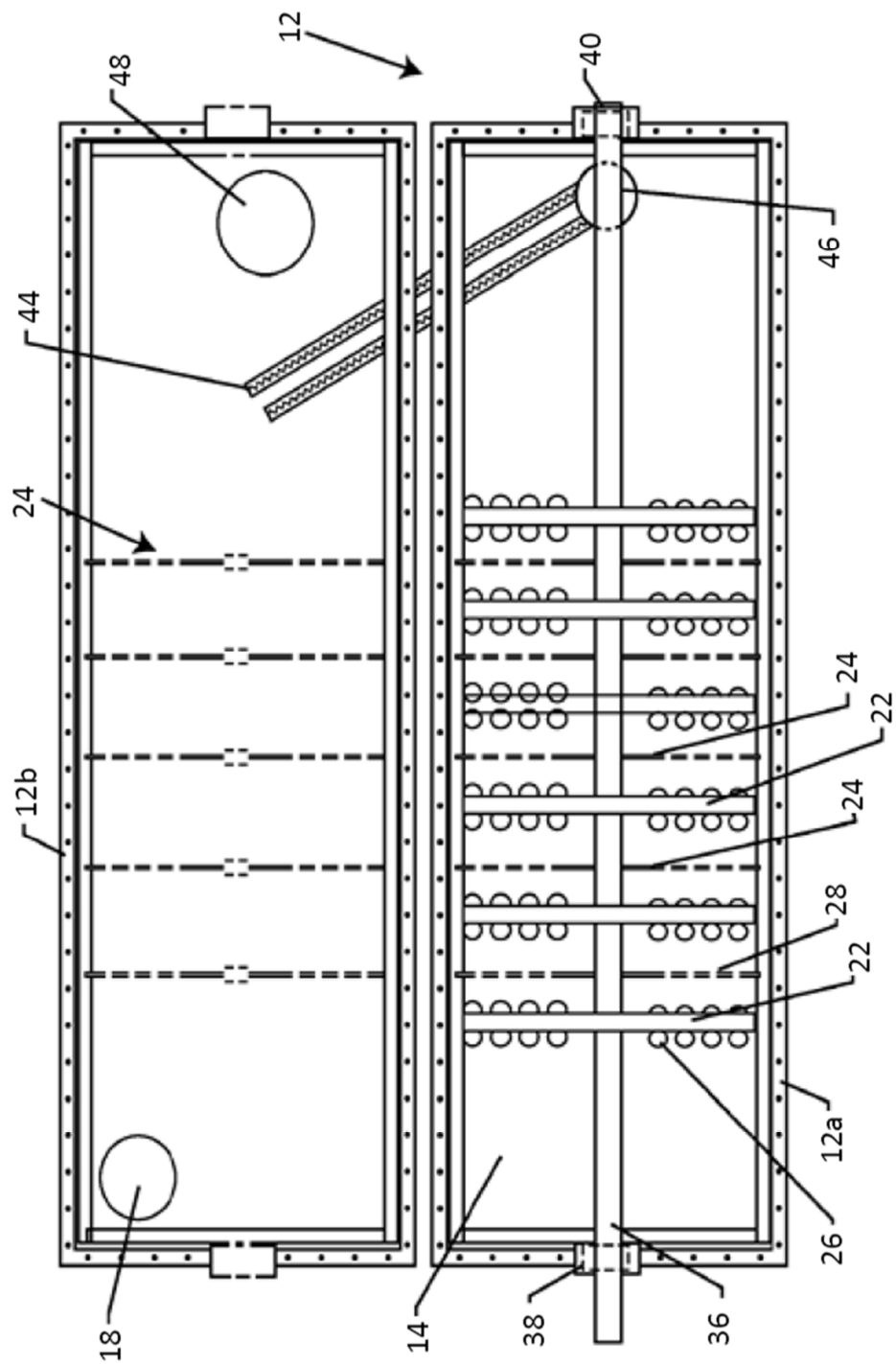


Figura 3

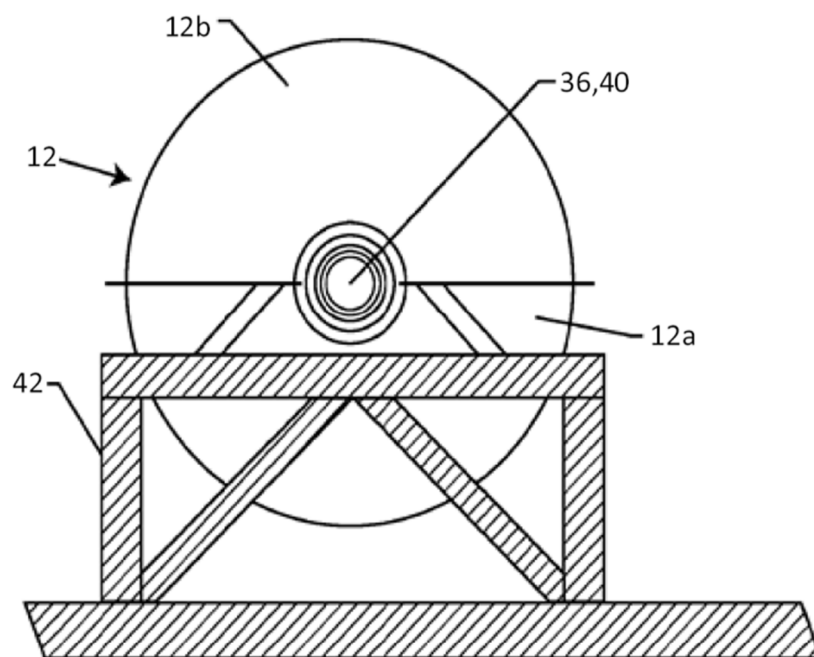


Figura 4

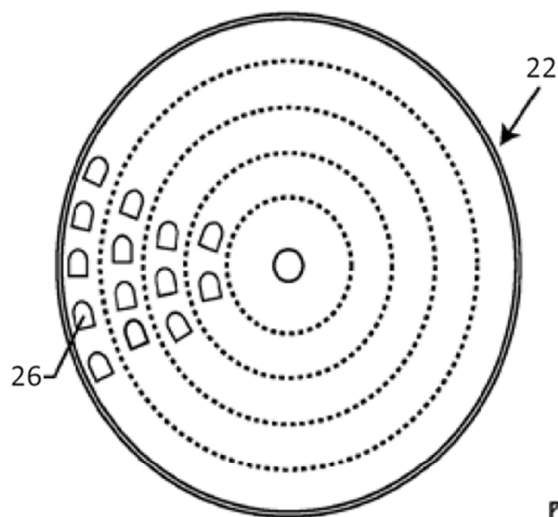


Figura 5

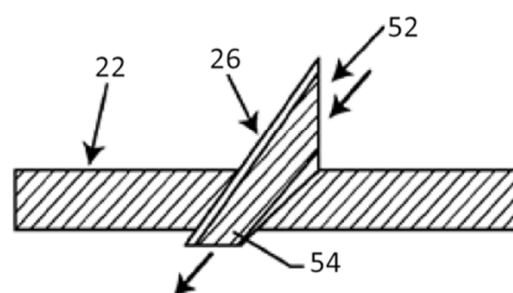


Figura 6

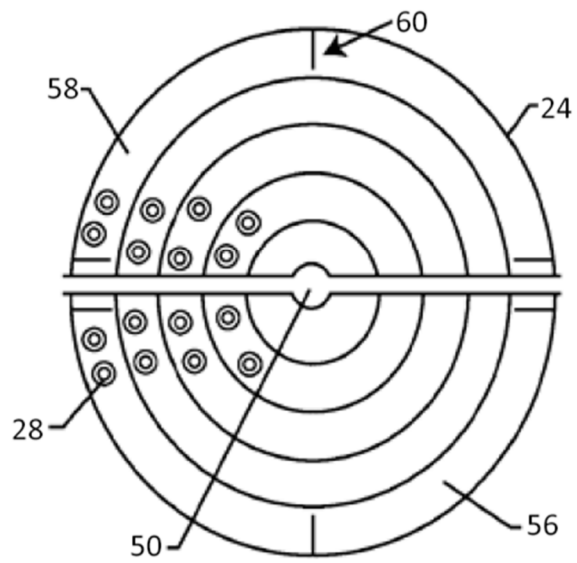


Figura 7

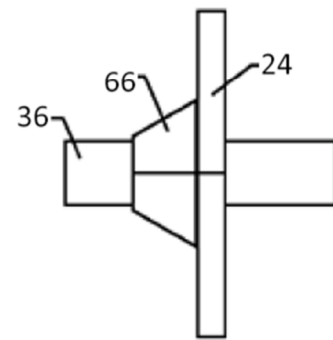


Figura 8

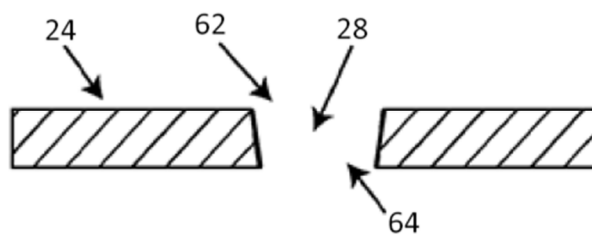


Figura 9

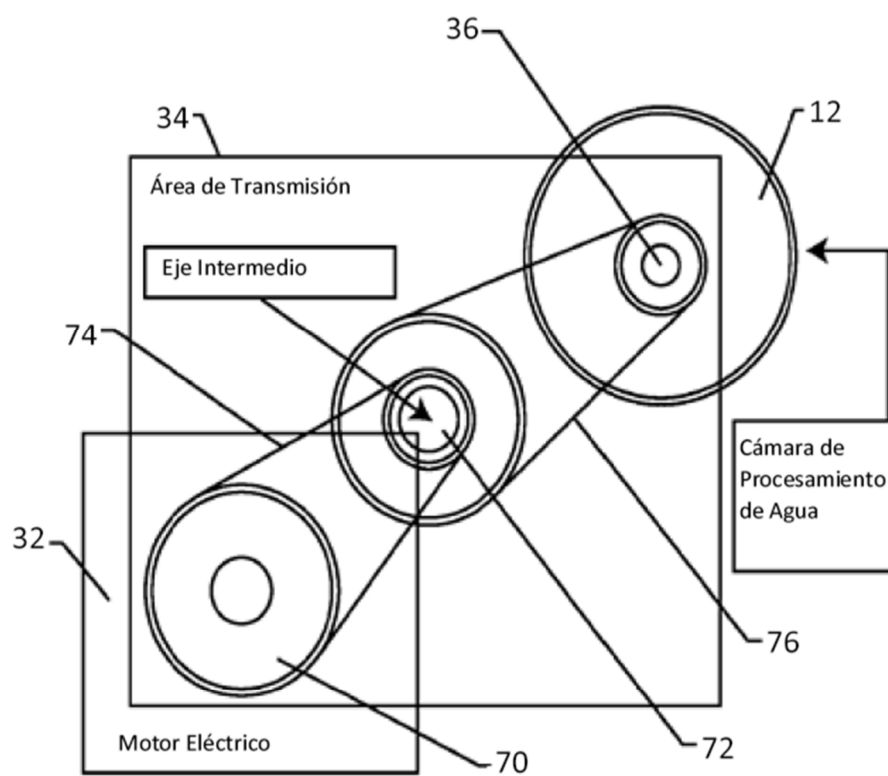


Figura 10

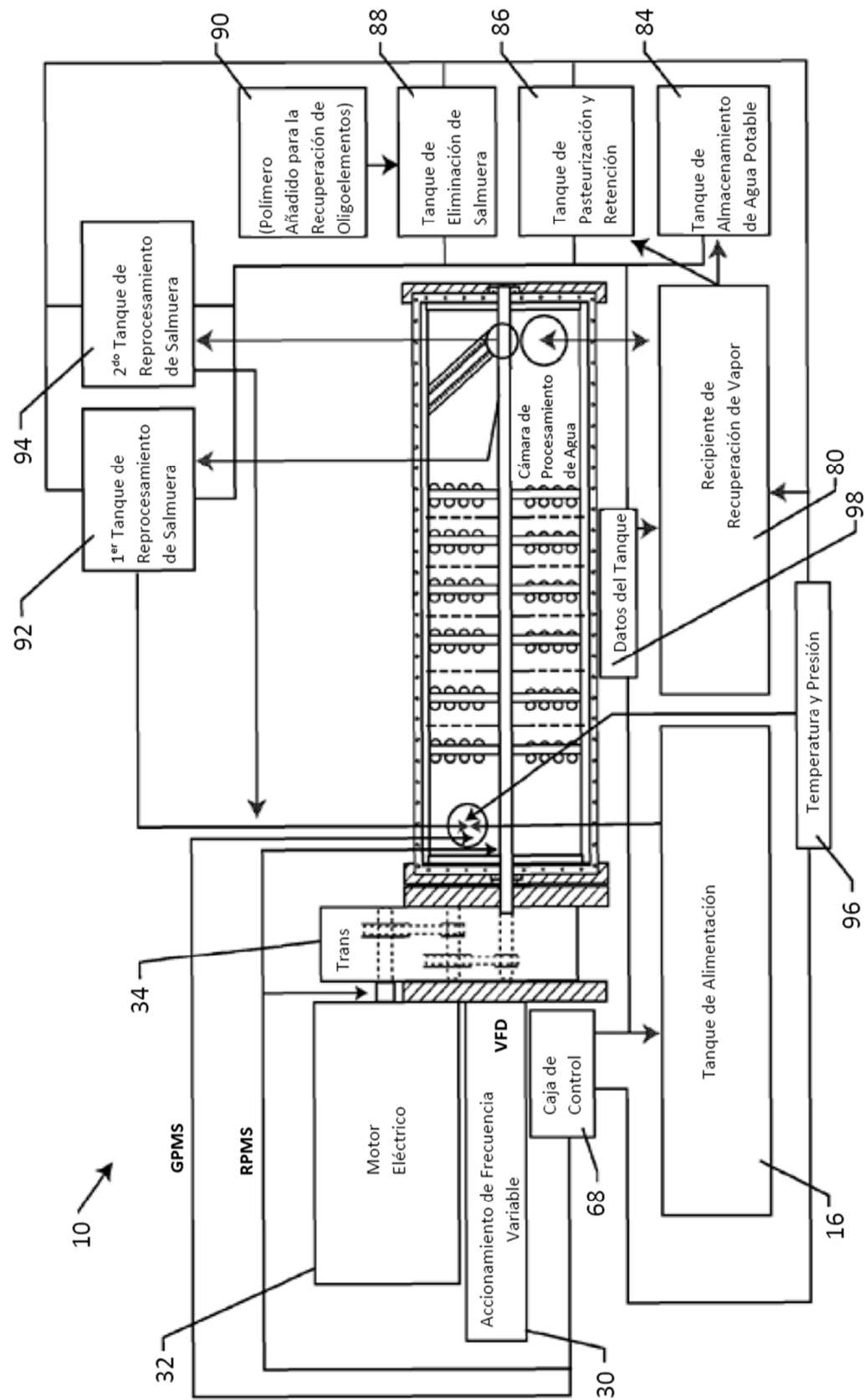


Figura 11

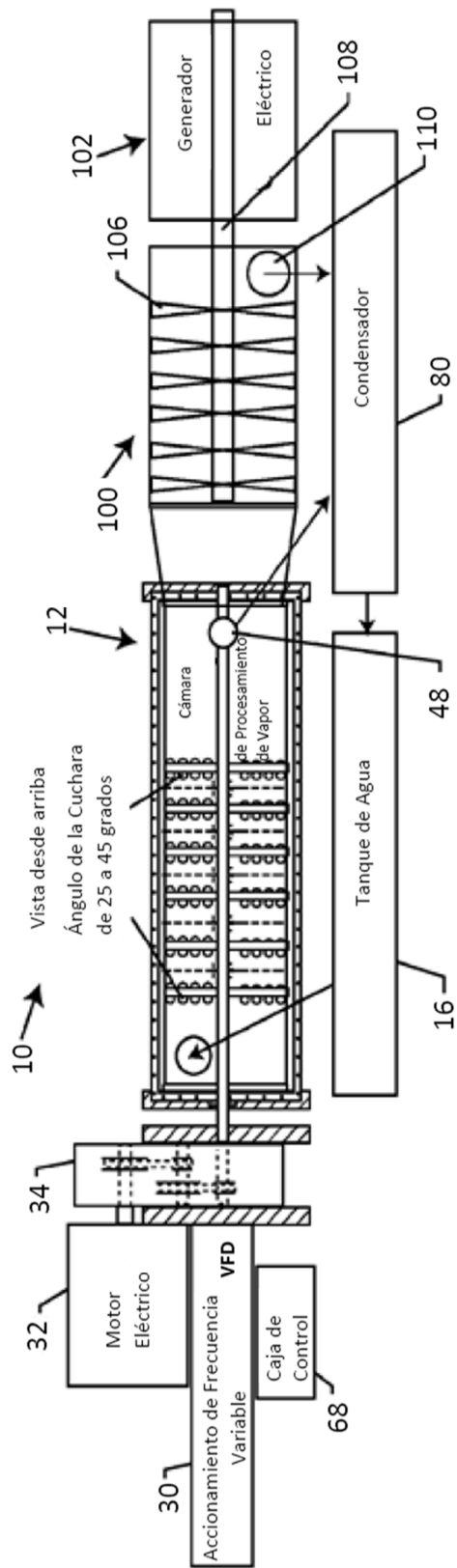


Figura 12

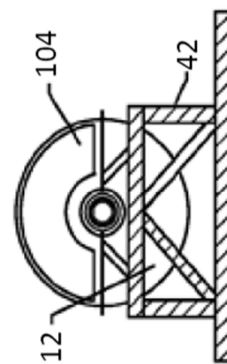


Figura 13

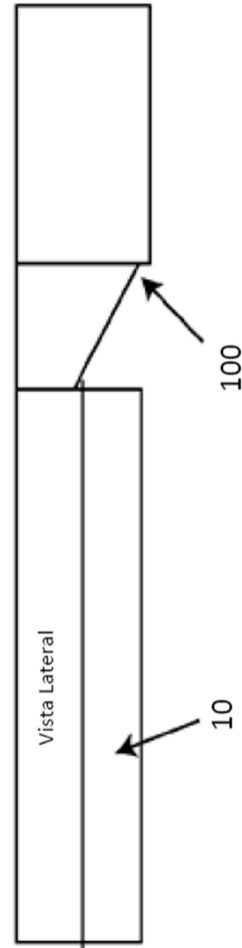


Figura 14