

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 452 480**

51 Int. Cl.:

B01D 63/12 (2006.01)

B01D 61/12 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2006 E 06803131 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2013 EP 1937386**

54 Título: **Dispositivos de filtración por osmosis inversa con caudalímetros y medidores de conductividad alimentados por etiquetas de RFID**

30 Prioridad:

07.09.2005 US 714982 P

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

01.04.2014

73 Titular/es:

**HYDRANAUTICS (50.0%)
401 Jones Road
Oceanside, CA 92054, US y
NITTO DENKO CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**IKEYAMA, NORIO y
WILF, MARK**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 452 480 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

Dispositivos de filtración por osmosis inversa con caudalímetros y medidores de conductividad alimentados por etiquetas de RFID

Antecedentes de la invención

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a dispositivos de filtración de ósmosis inversa, y más en particular, a dispositivos de filtración que tienen caudalímetros y medidores de conductividad del fluidos alimentados por etiquetas de RFID.

Descripción de la técnica relacionada

10 Los sistemas de filtración de ósmosis inversa ("RO") suelen utilizar filtros de membrana enrollada en espiral. Los sistemas en espiral están escalonados normalmente con de tres a ocho dispositivos de filtro de membrana conectados en serie dentro de un tubo de presión. Los dispositivos de filtro están conectados por medio de adaptadores sobre los tubos de permeado. Los permeados de cada uno de los dispositivos de filtro se combinan unos con los otros como una solución compuesta en el tubo central de los dispositivos de filtro posteriores, conectados en serie, a lo largo del recipiente de presión. Un permeado en cada dispositivo de filtro posterior, que se encuentra situado en la dirección del flujo de permeado, es el permeado compuesto del dispositivo de filtro dado en combinación con los permeados de los dispositivos de filtro situados aguas arriba del mismo. En una unidad de RO comercial, una serie de recipientes de presión están operando en paralelo, teniendo los puertos de conexión de la alimentación, del concentrado y del permeado conectados juntos a los colectores correspondientes.

20 El rendimiento de los sistemas de ósmosis inversa es monitorizado mediante la recopilación de información sobre flujos, presiones y conductividades de las alimentaciones, de los permeados y de los concentrados de los filtros individuales y del sistema completo. El conocimiento del rendimiento de los dispositivos de filtro individuales con respecto al flujo del producto y a la conductividad del producto es de importancia para tomar decisiones con respecto a la selección de dispositivos de filtro para el reemplazo y para evaluar los fenómenos de ensuciamiento de las membranas en el sistema de filtración de ósmosis inversa. Una parte de la información sobre la conductividad del permeado producido por los dispositivos de filtro individuales se puede conseguir por medio del denominado "sondeo" del recipiente de presión. Durante el procedimiento de sondeo, un tubo de diámetro pequeño es insertado a través del puerto de conexión de permeado del recipiente de presión y es empujado a lo largo de los tubos de permeado de los elementos conectados. Unas muestras de permeado se recogen a distancias predeterminadas y se mide la conductividad. Estos resultados representan la conductividad del permeado compuesto en la localización determinada. Los resultados pueden estar asociados a elementos individuales suponiendo algún valor para el flujo de permeado de los elementos que han contribuido al flujo de permeado compuesto. La conductividad calculada del permeado de los elementos individuales sólo es aproximada y con frecuencia incorrecta, debido principalmente a la incapacidad de medir el flujo de permeado en el punto de recogida de las muestras de agua en el interior del tubo de permeado.

35 En la actualidad, una información más precisa sobre el rendimiento de los dispositivos de filtro individuales sólo está disponible fuera de línea, y los dispositivos de filtro tiene que ser retirados del recipiente de presión y probados individualmente en la unidad de prueba del dispositivo de filtro único. Tal procedimiento es perjudicial para la operación de la planta y no es práctico en grandes plantas. Por otra parte, los resultados obtenidos en un aparato de prueba de dispositivo de filtro único no se pueden proyectar con exactitud a las condiciones de operación fluctuantes de los sistemas de dispositivos múltiples de filtro más grandes. El documento WO 2005/068043 A1 desvela sistemas, procedimientos y dispositivos para la preparación de agua para diversos usos médicos, incluyendo el tratamiento de la sangre. En realizaciones, el fluido se hace pasar, ya sea por medio de la bomba o pasivamente por alimentación por gravedad, a través de diversos elementos de filtración desde una fuente de fluido a un recipiente de fluido de tratamiento. En una realización descrita, se utiliza un elemento de filtro reemplazable que tiene un portador de datos unido de manera permanente, tal como una RFID, un código de barras, un dispositivo de identificación de tipo de contacto u otros similares. Una vez que es detectada una ruptura de filtro por un sensor de la calidad del agua, el identificador del elemento de filtro es almacenado de forma permanente en el sistema y un controlador del sistema establecerá inoperante el sistema en caso de que se detecte un filtro en el sistema que tenga un identificador que esté almacenado en el sistema. El documento US 6,609,070 B1 desvela un aparato de monitorización y control de fluido y un procedimiento que incluye proporcionar una unidad de control programable y reprogramable que comprende una pantalla, entradas de usuario, y conexiones de entrada / salida; colocar un controlador lógico programable en comunicación directa con la unidad de control, siendo programable y reprogramable dicho controlador lógico por medio de la unidad de control; y disponer una pluralidad de sensores de parámetros de fluido en comunicación directa con la unidad de control. La invención es también un aparato y procedimiento de control de fluido que comprende proporcionar una membrana y estimar el rechazo de sal por la membrana. En la realización preferida, el controlador lógico programable no debe tener ninguna entrada excepto las de la unidad de control. Se prefiere una carcasa integral a la cual se encuentran unidos la unidad de control y una pluralidad de sensores y a través de la

5 cual circula una corriente de fluido cuyos parámetros están siendo detectados por los sensores. Se emplea un colector de detección de presión que realiza ciclos a través de una pluralidad de válvulas de solenoide, pero que solamente requiere una conexión de entrada / salida única a la unidad de control. El documento DE 201 04 481 U1 desvela un elemento de filtro para aire comprimido que comprende un transpondedor. En el transpondedor, se almacenan los datos que describen los parámetros característicos del elemento de filtro, por ejemplo, el tamaño, los costos, los datos técnicos, y el tipo de filtro. Una unidad de control electrónica detecta un parámetro que indica el estado de uso del filtro, por ejemplo, una presión diferencial, y calcula los costes de operación del sistema que comprende el elemento de filtro sobre la base de los datos leídos desde el transpondedor y los costos de energía calculados a partir del estado de uso. Las unidades de control emiten una señal de alarma una vez que la suma de los costos de la energía y los costos de reemplazo alcanzan un mínimo, lo que indica el momento óptimo para la sustitución del elemento de filtro para conseguir el mejor rendimiento económico.

Sumario de la invención

15 Las realizaciones de la presente invención comprenden filtros y sistemas de ósmosis inversa que comprenden dispositivos de medición, incluyendo caudalímetros y medidores de conductividad como se define en la reivindicación 5 anexa, y un procedimiento para mantener un conjunto de dispositivos de filtro de membrana como se define en la reivindicación 1. Los medidores de la presente invención se encuentran preferiblemente en o dentro de los tubos de núcleo del permeado de los dispositivos y sistemas de filtración. Las realizaciones particulares preferidas de la presente invención comprenden etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) que almacenan y transmiten los datos derivados de los dispositivos de medición. En realizaciones preferidas, la etiqueta de RFID es activada por un lector de etiquetas de RFID; la etiqueta de RFID está configurada para proporcionar energía a los dispositivos de medición durante una activación de este tipo. En realizaciones alternativas, la RFID activada proporciona preferiblemente energía a las baterías recargables, que proporcionan energía a los dispositivos de medición.

20 Se proporciona una realización de un sistema de ósmosis inversa para el filtrado de un fluido para obtener un permeado, que comprende un dispositivo de filtro de membrana que comprende una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID) y un dispositivo de medición configurado para medir un valor de al menos uno de entre la conductividad y el flujo de permeado, estando configurado también el dispositivo de medición para transferir la información relativa al valor a la etiqueta de RFID.

En una realización adicional, el dispositivo de medición es un caudalímetro de fluido.

En una realización adicional, el caudalímetro de fluido es un caudalímetro electromagnético.

30 En una realización adicional, el caudalímetro de fluido comprende un miembro rotativo.

En una realización adicional, el caudalímetro de fluido comprende un calibrador de deformación.

En una realización adicional, el caudalímetro de fluido comprende un caudalímetro ultrasónico.

En una realización adicional, el dispositivo de medición es un medidor de conductividad del fluido.

En una realización adicional, el medidor de conductividad del fluido comprende un electrodo.

35 En una realización adicional, el medidor de conductividad del fluido comprende un dispositivo sin electrodos.

En una realización adicional, el dispositivo de medición es alimentado por la etiqueta de RFID.

En una realización adicional, el dispositivo de medición es alimentado por una batería.

En una realización adicional, la batería es recargable.

En una realización adicional, la batería es recargada por la etiqueta de RFID.

40 En una realización adicional, el dispositivo de medición es alimentado por una fuente externa de energía de radiofrecuencia activada.

En una realización adicional, el dispositivo de filtro de membrana es un dispositivo de filtro de membrana enrollada en espiral.

En una realización adicional, la etiqueta de RFID almacena el valor medido.

45 En una realización adicional, el sistema de ósmosis inversa comprende, además, un dispositivo de recuperación de datos configurado para comunicarse con la etiqueta de RFID.

En una realización adicional, el valor medido es transferido al dispositivo de recuperación de datos por medio de la comunicación con la etiqueta de RFID.

En una realización adicional, el dispositivo de recuperación de datos está configurado para usar el valor medido para calcular un valor indicativo del rendimiento del dispositivo de filtro de membrana.

- 5 En una realización adicional, el valor calculado es un porcentaje del paso de sal normalizado.

En una realización adicional, el valor calculado es un porcentaje de paso de sólidos totales disueltos normalizado.

En una realización adicional, la etiqueta de RFID está configurada para almacenar un valor precargado en relación con el dispositivo de filtro de membrana.

- 10 En una realización adicional, el valor precargado es seleccionado de entre un número de lote, datos de producción, y datos de envío.

En una realización adicional, el valor precargado y el valor medido son transferidos al dispositivo de recuperación de datos a través de la comunicación con la etiqueta de RFID, y el dispositivo de recuperación de datos está configurado para usar el valor precargado y el valor medido para calcular un valor indicativo del rendimiento del dispositivo de filtro de membrana.

- 15 Se proporciona una realización de un procedimiento para la monitorización del rendimiento de un dispositivo de filtro de membrana, que comprende: medir un valor de al menos uno de entre la conductividad y el flujo de permeado a través del dispositivo de filtro; transferir la información relativa al valor a una etiqueta de RFID montada en el filtro de dispositivo, y recibir de forma remota la información desde la etiqueta de RFID.

- 20 En una realización adicional, el procedimiento comprende, además, calcular un valor indicativo del rendimiento del dispositivo de filtro de membrana a partir de la información.

En una realización adicional, el valor calculado es un porcentaje del paso de sal normalizado.

En una realización adicional, el valor calculado es un porcentaje paso de sólidos totales disueltos normalizado.

- 25 En una realización adicional, el procedimiento comprende, además: almacenar un valor precargado en relación con el dispositivo de filtro de membrana en la etiqueta de RFID; y calcular un valor indicativo del rendimiento del dispositivo de filtro de membrana a partir de la información referente al valor medido y al valor precargado.

Descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista lateral de un sistema de filtro de RO de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 2A y 2B muestran una vista de extremo y una vista lateral de un dispositivo de filtro individual.

- 30 La figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de una sonda de detección de líquido de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 4 muestra un diagrama esquemático de los circuitos de compensación de temperatura de una sonda de detección de líquido de acuerdo con una realización de la invención.

Las figuras 5A y 5B muestran una vista en sección de un dispositivo de monitorización de flujo de fluido de acuerdo con una realización de la invención, en vistas en alzado y lateral.

- 35 La figura 6 muestra una vista en sección longitudinal de un dispositivo de monitorización de flujo de fluido por inducción de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 7 muestra un diagrama de circuito de bloques de un dispositivo de monitorización de flujo de fluido por inducción de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 8 muestra el diagrama de circuito de bloques de la figura 7 con mayor detalle.

- 40 La figura 9 muestra una vista en sección longitudinal de un dispositivo de monitorización de flujo de fluido por inducción de acuerdo con otra realización de la invención.

La figura 10 muestra una vista en sección de un dispositivo ultrasónico de monitorización de flujo de fluido de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 11 muestra una vista en sección del primer supresor de influente que se muestra en la figura 10.

La figura 12 muestra una vista en sección de un primer supresor de influente alternativo.

La figura 13 muestra un diagrama esquemático de un sistema que emplea señales de RFID para la comunicación de acuerdo con una realización de la invención.

5 Las figuras 14A y 14B muestran diagramas esquemáticos de sistemas que emplean señales de RFID para la comunicación de acuerdo con realizaciones de la invención.

La figura 14C muestra el consumo relativo de energía durante el estado de energía cero y un estado operativo de los sistemas remotos de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 15 muestra un diagrama de bloques de un circuito de modo dual de energía para un sistema de etiqueta de RFID de acuerdo con una realización de la invención.

10 **Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

Las realizaciones de la presente invención comprenden filtros y sistemas de ósmosis inversa que comprenden dispositivos de medición. Las mediciones en tiempo real de la salinidad y del flujo de permeado de los dispositivos de filtro individuales, durante las operaciones de ósmosis inversa, ofrecen muchas ventajas sobre los procedimientos de la técnica anterior de "sondeo" de los recipientes de presión.

15 Tales dispositivos de medición incluyen preferiblemente, pero no limitados a, caudalímetros de fluidos y medidores de conductividad de fluidos. Los caudalímetros de la presente invención se encuentran preferiblemente fuera de los tubos de núcleo de permeado y de los tubos de conexión de los dispositivos y sistemas de filtración. Los caudalímetros electromagnéticos se utilizan preferiblemente para medir el caudal de los fluidos. Realizaciones alternativas de los caudalímetros comprenden elementos rotativos. Otras realizaciones de los caudalímetros comprenden calibradores de tensión o de deformación. Otras realizaciones comprenden caudalímetros ultrasónicos. Los medidores de conductividad comprenden preferiblemente electrodos situados dentro de los tubos de núcleo de permeado y los tubos de conexión de los dispositivos y sistemas de filtración. En realizaciones alternativas de la presente invención, la conductividad del flujo puede ser medida sin el uso de electrodos.

20 Aunque algunas realizaciones del presente dispositivo comprenden un único caudalímetro y un único medidor de conductividad por cada dispositivo de filtración, las realizaciones particularmente preferidas comprenden varias combinaciones de caudalímetros y de medidores de conductividad. Las realizaciones preferidas de la presente invención comprenden una pluralidad de caudalímetros y de medidores de conductividad.

30 Los dispositivos de medición de la presente invención son alimentados preferentemente por etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID). Las etiquetas de RFID de la presente invención son activadas preferiblemente por la energía electromagnética emitida por los dispositivos que recuperan información de las etiquetas de RFID. Cuando son activadas, las etiquetas de RFID transmiten preferentemente energía a los dispositivos de medición, que toman sus mediciones. En realizaciones particularmente preferidas, los datos se almacenan en las etiquetas de RFID, los cuales pueden ser recuperados instantáneamente y / o posteriormente. La recuperación puede ser efectuada por un dispositivo de recuperación de datos, tal como un dispositivo de computación, como se describe en la presente memoria descriptiva y a continuación. En otras realizaciones preferidas, los dispositivos de medición son alimentados por baterías recargables. Por ejemplo, este tipo de baterías incluyen, pero no están limitadas a, baterías de níquel - cadmio, baterías de ión de litio, y otras baterías conocidas por los expertos en la técnica. En realizaciones preferidas, las baterías pueden ser recargadas por la energía transmitida desde las etiquetas de RFID activadas. En otras realizaciones preferidas de la presente invención, los dispositivos de medición de la presente invención pueden ser activados con energía de radiofrecuencia (RF) de una fuente externa. Otras realizaciones de la presente invención comprenden dispositivos que son alimentados por energía magnética, energía electromagnética, u otras formas de energía conocidas por los expertos en la técnica.

45 Las realizaciones de la presente invención comprenden sistemas de desalinización de ósmosis inversa que comprenden dispositivos de filtro de membrana enrollada en espiral. Los dispositivos de ósmosis inversa de filtro de membrana enrollada en espiral se describen en las patentes norteamericanas números 3.417.870; 3.554.378; 4.235.723; 4.855.058; y la solicitud de patente norteamericana número 10/795.138.

50 En un dispositivo de filtro de membrana de ósmosis inversa enrollada en espiral, dos láminas planas de membrana están separadas con un material de canal colector de permeado para formar una hoja. Este conjunto de membranas está sellado por tres lados quedando abierto el cuarto lado para que salga el permeado. Una lámina de material separador de alimentación / salmuera es añadida al conjunto de hojas. Un número de estos conjuntos u hojas se enrollan alrededor de un tubo de permeado de plástico central. Este tubo central está perforado para recoger el permeado de los múltiples conjuntos de hojas. El elemento de membrana enrollada en espiral industrial típico es de aproximadamente 100 o 150 cm de longitud y 10 o 20 cm de diámetro. La alimentación / salmuera que circula a través del elemento se encuentra en un trayecto axial recto desde el extremo de alimentación al extremo de salmuera opuesto, desplazándose paralelo a la superficie de la membrana.

55

En el momento de la fabricación, un dispositivo de almacenamiento de datos, tal como una etiqueta de RFID puede ser montado en el dispositivo de filtro de membrana, y los datos relativos a la fabricación y el rendimiento inicial del dispositivo de filtro de membrana puede ser almacenados en el mismo. Estos datos pueden incluir, por ejemplo, los números de lote, datos de producción, datos de envío, o datos de rendimiento, tales como porcentajes del paso de sal.

Una fracción del agua de alimentación, cuando circula a través de los dispositivos de filtro, penetra a través de la membrana, dentro de la envolvente de la membrana. El flujo en el interior de la envolvente sigue el trayecto en espiral del canal de permeado, en el interior de la lámina de membrana, al tubo central de permeado.

Como se ha descrito más arriba, los sistemas de espiral están realizados con de tres a ocho dispositivos de filtro de membrana conectados en serie dentro de un tubo de presión. La figura 1 muestra un sistema 13 de este tipo que comprende tres dispositivos de filtro de membrana 10, 11, y 12. Los dispositivos de filtro están conectados por interconectores 4. La corriente de alimentación entra en el recipiente a través de un puerto de conexión de alimentación 9 y sale a través del puerto de conexión de concentrado 5. El permeado sale del recipiente a través del puerto de conexión de permeado 6. La corriente de salmuera desde el primer dispositivo de filtro es forzada a fluir al siguiente dispositivo de filtro, y así sucesivamente para cada dispositivo de filtro dentro del tubo de presión. El flujo en derivación es impedido por sellos de salmuera 3. La corriente de salmuera desde el último dispositivo de filtro 12 sale del tubo de presión como un concentrado en el puerto de conexión de permeado 5. El otro puerto de conexión de permeado 1 está cerrado con una copa. Los elementos de filtro último y primero están conectados a las placas extremas del recipiente de presión por medio de adaptadores 7.

El permeado de cada uno de los dispositivo de filtro se combinan unos con los otros, como una solución compuesta, en el tubo central de los dispositivos de filtro posteriores, conectados en serie, a lo largo del recipiente de presión 8. El permeado de cada uno de los dispositivo de filtro posteriores, que se encuentra dispuesto en la dirección del flujo de permeado, es el permeado compuesto del dispositivo de filtro dado en combinación con el permeado de los dispositivos de filtro situados aguas arriba del mismo. La composición de iones del permeado es una concentración compuesta, formada de la misma manera. Por ejemplo, el permeado producido en el primer dispositivo de filtro 10 circula al interior del tubo de permeado del segundo dispositivo de filtro 11 y se combina con el permeado producido en el segundo dispositivo de filtro 1. Este permeado combinado circula dentro del tubo de permeado del tercer dispositivo de filtro 12 y forma un permeado compuesto con el permeado producido en el tercer dispositivo de filtro 12. Este proceso continúa hasta que el permeado combinado de todos los dispositivos de filtro sale del recipiente de presión 8 a través del puerto de conexión de permeado 5 como una única corriente. En una unidad de ósmosis inversa comercial, una pluralidad de recipientes de presión operan preferiblemente en paralelo, teniendo puertos de conexión de alimentación, de concentrado y de permeado conectados juntos a los colectores correspondientes. El rendimiento de los sistemas de ósmosis inversa se monitoriza normalmente mediante la recopilación de la información sobre flujos, presiones y conductividades de la alimentación, del permeado y del concentrado de una etapa de membrana o de un tren de ósmosis inversa. Las mediciones del flujo de permeado están relacionadas con el permeado combinado producido por todos los dispositivos de filtro en la unidad de ósmosis inversa. Además, la conductividad del permeado se puede medir en cada recipiente de presión individual. El conocimiento del rendimiento de los dispositivos de filtro individuales con respecto al flujo de producto y a la conductividad del producto es de importancia para las decisiones sobre la selección de los elementos que se deben reemplazar y evaluar los fenómenos de ensuciamiento de la membrana en el sistema de RO.

Por ejemplo, un recipiente de presión que operan con una alimentación de agua de mar con 34000 ppm de sólidos totales disueltos (TDS) con una recuperación del 50% producirá un permeado de salinidad combinada de 370 ppm. La determinación de la salinidad del permeado a lo largo del tubo de presión realizado por sondeo podría proporcionar los siguientes resultados:

Posición del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8
Salinidad del permeado, ppm TDS	148	171	196	225	256	291	328	370

Las mediciones podrían ser realizadas a partir de muestras recogidas en la posición correspondiente al extremo de cada dispositivo de filtro individual, mientras el permeado circula en la dirección desde alimentación a concentrado. Sin embargo, sin información sobre el flujo de permeado real, estos resultados no permiten la estimación significativa del paso de sal de los dispositivos de filtro individuales. Sin embargo, si el flujo de permeado de los dispositivos de filtro individuales se puede medir, entonces el paso de sal de los elementos individuales se puede calcular aplicando ecuaciones de balance de masas:

Posición del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8
Salinidad del Permeado, ppm TDS	148	171	196	225	256	291	328	370
Flujo del permeado, l/s	0,246	0,208	0,173	0,140	0,113	0,090	0,072	0,052
Paso de sal,%	0,41	0,49	0,58	0,71	0,86	1,08	1,32	1,82
Paso de sal normalizado,%	0,41	0,41	0,41	0,41	0,39	0,39	0,39	0,39

La determinación anterior requiere la medición de la salinidad o TDS y el flujo del permeado de los elementos individuales, mientras están en operación en el sistema de ósmosis inversa.

5 Las realizaciones preferidas de la presente invención permiten mediciones en tiempo real usando los dispositivos de medición de conductividad y de flujo que se montan preferiblemente en el tubo de permeado de los dispositivos de filtro individuales; los datos resultantes se proporcionan a un dispositivo, por ejemplo un dispositivo de recuperación de datos, tal como los que se describen en la presente memoria descriptiva y a continuación, que calcula los valores establecidos más arriba.

10 Además, los datos obtenidos por los dispositivos que se han descrito más arriba pueden ser transferidos por cualquier procedimiento o protocolo conocido por los expertos en la técnica, incluyendo Wi - Fi (802.11), celular, infrarrojos, Bluetooth, o comunicaciones por satélite.

15 Como se ha descrito más arriba, los datos transmitidos se utilizan entonces para calcular la salinidad de permeado o TDS en los elementos de filtro individuales a lo largo del recipiente de presión usando ecuaciones de balance de masa. Tales ecuaciones son bien conocidas por los expertos en la técnica, y se desvelan, por ejemplo, en "Fenómenos de Transporte", 2ª ed., R. B. Bird, W. E. Stewart y E.N. Lightfoot, John Wiley, New York 2001, que se incorpora a la presente memoria descriptiva por referencia. La construcción de un dispositivo para realizar estos cálculos se encuentra dentro de la capacitancia de un experto normal en la técnica y puede emplear, por ejemplo, circuitos integrados.

20 Los valores calculados se usan entonces para monitorizar el rendimiento de los elementos individuales del sistema de RO. Por ejemplo, si el valor del paso de sal normalizado para un dispositivo de filtro se hace anómalo, un mensaje de error podría ser enviado a un operador indicando que el dispositivo debe ser cambiado. Los datos precargados también se pueden utilizar en este proceso de monitorización. Por ejemplo, el valor del rendimiento calculado se podría comparar con los valores almacenados iniciales de rendimiento, y las desviaciones significativas de los mismos podrían ser señalizadas. Alternativamente, la fecha de producción podría ser utilizada para ponderar la monitorización, de manera que, por ejemplo, fuese más probable que las unidades más antiguas se identificasen para el cambio.

En la presente memoria descriptiva y a continuación, se explicarán los dispositivos utilizados para obtener los datos relativos a la salinidad o TDS y al caudal que se utilizan para calcular los valores que se han descrito más arriba.

Medición de la conductividad

30 Las realizaciones preferidas de la presente invención comprenden dispositivos de medición que monitorizan las propiedades eléctricas de un líquido. La operación de los dispositivos que miden la conductividad del agua se basa preferiblemente en la medición de la resistividad del líquido entre dos electrodos. Un dispositivo que mide el flujo de corriente entre al menos dos electrodos puede estar situado preferentemente en o dentro de un tubo de núcleo de un dispositivo de filtro y / o sistema de ósmosis inversa. Ejemplos de tales dispositivos se desvelan en las patentes 35 3.867.688 y 4.132.944, que se incorporan en su totalidad por referencia a la presente memoria descriptiva. La energía eléctrica necesaria para alimentar los citados dispositivos puede ser suministrada por radiación de radio frecuencia, una batería recargable, energía transferida desde una etiqueta de RFID, energía electromagnética, u otras formas de energía conocida por los expertos en la técnica.

40 La sonda de detección de líquido de las realizaciones preferidas consiste en una célula de conductividad que tiene un termopar montado integralmente. Como se muestra en las figuras 2A y 2B, los electrodos 14 del dispositivo de medición de conductividad en algunas realizaciones pueden estar instalados en las paredes interiores del tubo de permeado 16. Cuando la célula de conductividad está conectada a través de una fuente de excitación de onda sinusoidal de corriente alterna, la corriente resultante es proporcional a la admitancia de la célula. Esta corriente se resuelve en dos componentes ortogonales: una corriente de carga que está adelantada 90º con respecto a la tensión

de excitación y es proporcional a la constante dieléctrica (k) del líquido entre los electrodos de la célula de conductividad, y una corriente óhmica que está en fase con la tensión de excitación y es proporcional a la inversa de la resistencia, o conductancia, del líquido.

5 La compensación de temperatura para el componente real de la admitancia (conductancia) puede estar basada en el modelo de tasa absoluta de Arrhenius. De acuerdo con ello, la conductancia es preferiblemente una función de la energía térmica (RT), y de la energía de activación ΔE^\ddagger que separa las posiciones de equilibrio de las especies conductoras. La conductancia G a una temperatura de proceso T puede ser corregida a una conductancia G_0 a la temperatura de referencia T_0 por la ecuación:

$$G_0 = G 10^{b(T_0 - T)}$$

10

o,

$$\text{Log } G_0 = \text{log } G + b(T_0 - T)$$

en la que:

$$b = \Delta E^\ddagger / [2,303 R T_{ok}^2], \text{ en la que}$$

15

ΔE^\ddagger = energía de activación en calorías / mol

R = constante de los gases en calorías / (mol $^\circ$ K.), y

$T_{ok} = T_0$ en grados Kelvin

20 El termopar integrado en la sonda produce una señal proporcional a la temperatura del líquido de proceso T, mientras que las señales constantes análogas a la temperatura de referencia T_0 y a b son generadas por circuitos apropiados. Estas señales analógicas proporcionales a T, T_0 y b, se combinan para formar una señal que representa la expresión $b(T_0 - T)$. La función $\text{log } G$ es generada de la señal representativa de la conductancia G, añadida a la señal que representa $b(T_0 - T)$, y enviada a un amplificador antilogaritmo, cuya señal de salida es representativa del valor de la conductancia deseada G_0 del líquido.

25 El componente imaginario de la admitancia cuando es dividido por la frecuencia de excitación en radianes por segundo es la capacitancia C del líquido a la temperatura de procesamiento T. Sobre la base de la expansión de volumen simple para el líquido y el modelo de Debye para las soluciones diluidas de moléculas polares, la dependencia de la temperatura de la constante dieléctrica k del líquido toma la forma

$$k = k_0 - \alpha (T - T_0)$$

como se informa en la circular 514 del National Bureau of Standards. En términos de capacitancia medida,

30

$$C_0 = C - \alpha C (T_0 - T)$$

en la que C_0 es la capacitancia del líquido a la temperatura de referencia T_0 , K_0 es la constante dieléctrica del líquido a la temperatura de referencia T_0 , α es el coeficiente de la expansión de volumen, y $a = \alpha / k_0$.

35 Esta ecuación supone que la capacitancia C'_0 de la célula en el aire a la temperatura de referencia T_0 es aproximadamente igual a la capacitancia C del líquido a la temperatura de proceso medido T dividido por la constante dieléctrica k del líquido a la temperatura de proceso T. Esta suposición se hizo para permitir el uso de diferentes células de conductividad que tienen diferentes valores C'_0 , sin cambiar ninguno de los valores del circuito, y es precisa siempre que la variación de la constante dieléctrica con la temperatura no sea superior a más o menos diez por ciento, que es el caso del agua a las temperaturas y presiones que se encuentran normalmente en los sistemas de filtración de RO.

40 Una señal proporcional a $a(T_0 - T)$ es generada por el mismo procedimiento utilizado para formar el término $b(T_0 - T)$ en el circuito de compensación de la conductancia. La señal proporcional a la capacitancia C del líquido y la señal proporcional a $a(T_0 - T)$ son suministradas a un multiplicador analógico que genera una señal proporcional al producto de estas dos señales, $aC(T_0 - T)$. Esta señal de producto es entonces restada eléctricamente de la señal de capacitancia C para producir una señal proporcional a la capacitancia C_0 del líquido a la temperatura de referencia T_0 .

45 Por ejemplo, en una realización preferida de la presente invención, como se muestra en la figura 3, un oscilador de cuadratura 17 genera una tensión de onda sinusoidal de 1000 Hz, que es amplificada por un amplificador 18 y es aplicada a una célula de conductividad 19 de la sonda 20 de sensor de líquido sumergida en el líquido que se está procesando. La corriente que circula a través de la célula de conductividad 19 es convertida a una tensión propor-

cional por un transductor de corriente 22, y es amplificada por un amplificador de banda estrecha 23. Esta señal de tensión amplificada es dividida entonces en dos señales de polaridad opuesta por el divisor de fase 24, que son suministradas a los circuitos respectivos de un primer multiplicador 25 y de un segundo multiplicador 26.

5 En el primer multiplicador 25, las señales de salida del divisor de fase se multiplican preferentemente por una señal de tensión de onda cuadrada generada por el oscilador de cuadratura 17 que está en fase con la tensión aplicada a través de la célula de conductividad 19, para producir una señal de salida proporcional al componente real de la corriente que circula a través de la célula de conductividad 19, y por lo tanto proporcional a la conductancia G del líquido.

10 En el segundo multiplicador 26, las señales del divisor de fase son multiplicadas preferentemente por una segunda señal de tensión de onda cuadrada, generada por el oscilador de cuadratura 17, que está desfasada 90° con respecto a la tensión aplicada a través de la célula de conductividad 19, para producir una señal de salida proporcional al componente imaginario de la corriente que circula a través del líquido en la célula de conductividad 19, y por lo tanto proporcional a la capacitancia C del líquido a su temperatura de procesamiento T.

15 La sonda del sensor de líquido incluye también preferiblemente un termopar 28 integrado en la misma, que produce una señal proporcional a la temperatura del líquido en la sonda 20. Esta señal de temperatura es amplificada, y se hace lineal con la temperatura en un circuito amplificador y de compensación 30.

20 En realizaciones preferidas, esta señal de temperatura compensada es directamente proporcional a la temperatura de proceso T del líquido, y se utiliza en los circuitos de compensación de temperatura de la figura 4, junto con una señal proporcional a la temperatura de referencia T_0 , para convertir las señales proporcionales a la conductancia G y a la capacitancia C del líquido a la temperatura medida T en señales respectivas proporcionales a la conductancia T_0 y a la capacitancia C_0 del líquido a la temperatura de referencia T_0 . En la mayoría de las aplicaciones de este aparato de monitorización, la temperatura de referencia T_0 se selecciona para que sea aproximadamente la temperatura media del líquido durante la operación de procesamiento, de manera que la compensación de temperatura sólo se realiza en el rango de la temperatura más alta a la más baja del líquido durante la operación de procesamiento.

25 Haciendo referencia a la figura 4, un amplificador 32 se utiliza preferiblemente para producir una señal proporcional a la temperatura de referencia T_0 , de la que la señal proporcional a la temperatura T de proceso de líquido se puede restar eléctricamente. Una entrada del amplificador 32 está conectada a una fuente de tensión positiva a través de la resistencia 34 de tensión de referencia, y una resistencia de realimentación 36 está conectada entre la entrada y la salida del amplificador y es directamente proporcional a la temperatura de referencia T_0 , el valor de la resistencia de temperatura de referencia 34 es inversamente proporcional a la temperatura de referencia T_0 , y puede ser una resistencia variable, para permitir la selección de la temperatura de referencia T_0 . Además, puesto que la señal de salida del amplificador 32 debe ser igual a la señal de salida de temperatura del amplificador de termopar a la temperatura seleccionada T_0 , el valor de la resistencia de realimentación 36 es determinado por las características de la señal del amplificador de termopar 30. Suponiendo que la señal de salida de tensión del amplificador de termopar 30 es 10 voltios a 500°C, y varía con la temperatura T a una velocidad de 0,02 voltios por grado C, la señal de tensión de salida del amplificador de temperatura de referencia 32 es preferentemente proporcional a 0,02 ($-T_0$) voltios. Por lo tanto, si la fuente de tensión positiva es 15 voltios, y el valor de la resistencia a la temperatura 34 se selecciona para que sea igual a $1 / T_0 \times 10^7$ ohmios, el valor de la resistencia de realimentación 36 es preferiblemente aproximadamente de 13.300 ohmios (13,3 K) para producir una señal de salida de 0,02 ($-T_0$) voltios.

40 Esta señal de tensión de 0,02 ($-T_0$) es suministrada preferiblemente a una entrada de un amplificador sumador 38 a través de una resistencia 40 de 10K, y la señal de tensión de 0,02 (T) desde el amplificador de termopar 30 también es suministrada a la misma entrada del amplificador a través de otra resistencia 42 de 10K. Una resistencia de realimentación 44 de 100K está conectada entre la entrada y la salida del amplificador 38, para producir una señal de salida de compensación de temperatura de 0,2 voltios ($T_0 - T$), que es suministrada a los dos circuitos de compensación de capacitancia y de conductancia. Cuando la temperatura medida T del líquido es igual a la temperatura de referencia T_0 , no habrá ninguna señal de compensación de temperatura.

50 Esta señal de compensación de temperatura de 0,2 ($T_0 - T$) es suministrada preferiblemente a una entrada del amplificador 46 a través de una resistencia 48 de compensación de conductancia, que tiene un valor de $1 / b \times 10^2$ ohmios, que puede ser una resistencia variable para permitir que este aparato sea utilizado con diferentes líquidos que tienen diferentes valores de "b". Una resistencia de realimentación 50 de 10K está conectada preferiblemente entre su entrada y su salida. La salida del amplificador 46, que representa $20b(T_0 - T)$, es suministrada a una entrada del amplificador sumador 52 a través de una resistencia de escala 54 de 200K.

55 La señal de salida del primer multiplicador 25, que es proporcional a la conductancia G del líquido, es suministrada preferiblemente a la entrada de un amplificador logarítmico 58 a través de una resistencia 60. Suponiendo que el valor máximo de esta señal de conductancia es de + 5 voltios a escala completa, la resistencia 60 puede ser seleccionada para que tenga un valor óhmico de 50K, permitiendo de esta manera una corriente máxima de entrada de 100µA al amplificador logarítmico 58, y el amplificador logarítmico 58 es seleccionado para que tenga una función de

transferencia de $\mu \log$ (corriente de entrada en amperios / $100\mu\text{A}$), de manera que la salida de tensión del amplificador logarítmico 58 será preferiblemente $-\log G$ voltios.

5 En realizaciones preferidas, esta señal $-\log G$ también es suministrada a la entrada del amplificador sumador 52 a través de una resistencia 54 de 10K, para producir una señal de salida de $\log G + b (T_o - T)$ voltios o $\log G_o$ voltios, puesto que, como se ha explicado más arriba, $\log G_o = \log G + b (T_o - T)$. Este señal de tensión $\log G_o$ es suministrada preferiblemente a una entrada de un amplificador 56 a través de una resistencia 58 de 10K, y una resistencia de realimentación 60 de 10K está conectada entre esta entrada y la salida del amplificador 56, para invertir la señal de entrada y producir una señal de salida desde el amplificador 56 de $-\log G_o$ voltios. Esta señal $-\log G_o$ es suministrada entonces a la entrada del amplificador antilogaritmo 62 que tiene una función de transferencia de 10×10^{-x} , en la que x es la señal de entrada, para producir una señal de salida de 0 a 10 voltios que es directamente proporcional a la conductancia G_o del líquido.

En esta realización, el valor máximo de la señal de capacitancia del segundo multiplicador 26 es -5 voltios, y puesto que se desea una salida positiva a escala completa de 10 voltios proporcional a la capacitancia C_o del líquido, la señal de entrada del segundo multiplicador 26 se muestra como $-C / 2$ voltios.

15 La señal de compensación de temperatura de $0,2 (T_o - T)$ voltios del amplificador 38 también es suministrada a una entrada de otro amplificador 64 a través de una resistencia 66 de compensación de capacitancia, que tiene un valor óhmico de $1/a \times 10^2$. Esta resistencia 66 de compensación de capacitancia puede ser una resistencia variable, que se puede ajustar para el uso con diferentes líquidos que tengan diferentes valores de "a". Una resistencia 68 de realimentación del amplificador de 5K está conectada preferiblemente entre la entrada y la salida del otro amplificador 64, para producir una señal de salida de ese amplificador de $-10 [a (T_o - T)]$ voltios, que es suministrada a una primera entrada de un multiplicador analógico 70. La señal de $-C / 2$ voltios desde el segundo multiplicador 26 es suministrada a una segunda entrada del multiplicador analógico 70. El multiplicador analógico 70 tiene una función de transferencia de una décima parte del producto de las dos señales de entrada, para producir una señal de salida de $(T_o - T) C / 2$ voltios. Esta señal de salida del multiplicador analógico es suministrada a una entrada de un amplificador sumador 72 a través de una resistencia 74 de 10K. La señal de $-C / 2$ voltios desde el segundo multiplicador 26 también es suministrada a la misma entrada del amplificador 72 a través de una resistencia 76 de 10K. Una resistencia de realimentación 78 de 20K está conectada preferiblemente entre la entrada y la salida del amplificador, para producir una señal de tensión de salida proporcional a $C - aC(T_o - T)$, o a la capacitancia C_o del líquido, puesto que, como se ha explicado más arriba, $C_o = C - aC (T_o - T)$.

30 En una realización preferida, se selecciona una frecuencia relativamente alta de 1000 Hz para la tensión aplicada a través de los electrodos de la célula de conductividad para reducir los efectos de la cinética de transferencia de carga (impedancia de Faraday) y la polarización de los electrodos, y para mejorar el acoplamiento capacitivo de los electrodos con el líquido (capacitancia de doble capa). Además, los amplificadores operacionales y otros componentes electrónicos utilizados en esta realización se encuentran fácilmente disponibles comercialmente a esta frecuencia de operación. Sin embargo, la invención no se limita a esta frecuencia, cualquier frecuencia dentro de un rango aproximado de 100 Hz a 10^7 Hz puede ser utilizada. Además, el rango de temperatura de operación nominal, la desviación máxima de la temperatura de proceso T de la temperatura de referencia T_o , y la corrección de la señal absoluta máxima son determinados preferiblemente por la elección de los componentes del circuito.

40 En otra realización, la conductancia es medida por un dispositivo sin electrodos. En un dispositivo de este tipo, la medición sin contacto de la conductancia del líquido se obtiene cargando un condensador en serie con el devanado primario de un primer núcleo anular de transformador. El condensador se descarga periódicamente de manera que, a través de la bobina primaria, se produce una señal oscilatoria amortiguada como resultado del condensador, de la inductancia del devanado, y de la resistividad inherente. Un bucle que incluye el líquido por lo menos en una porción de su trayecto actúa como un devanado secundario de una única espira para el primer núcleo anular y como un devanado primario de una única espira para un segundo núcleo anular del transformador. En el momento en el que se inicia la descarga, una tensión constante aparece a través del bucle con independencia de la resistencia del bucle de manera que mediante la medición de la corriente de pico en un devanado secundario del segundo núcleo, que aparecerá en la iniciación de la descarga y que corresponde a la corriente en el bucle en la iniciación de la descarga, la conductancia del líquido se puede determinar usando la ley de Ohm.

50 Se debe apreciar que la medición de la conductividad que se ha descrito más arriba no se limita a una evaluación de la salinidad del líquido que pasa a través del dispositivo de filtración de RO, sino que puede ser tan fácilmente aplicado por los expertos en la técnica para la medición de los TDS.

55 Además, no es absolutamente necesario que la conductancia del líquido tenga que ser obtenida con el fin de medir la salinidad o los TDS; otros medios conocidos en la técnica, tales como el procedimiento de densidad, o el procedimiento de refractancia, pueden ser empleados.

Medición del caudal

5 Las realizaciones preferidas de la presente invención comprenden dispositivos de medición que monitorizan las propiedades de flujo de un fluido, además de, o en lugar de, la medición de la conductividad de un fluido. Un dispositivo y / o sistema de filtro de ósmosis inversa. Como se muestra en la figura 2A, en algunas realizaciones, los elementos sensores 15 del dispositivo de medición de caudal pueden estar situados fuera del tubo de permeado 16. Tales dispositivos se describen en las patentes norteamericanas números. 4.848.164 y 3.714.826.

10 La energía eléctrica necesaria para alimentar un dispositivo de este tipo puede ser suministrada por radiación de radio frecuencia, por una batería recargable, por energía transferida desde una etiqueta de RFID, por energía electromagnética, o por otras formas de energía conocidas por los expertos en la técnica.

(Caudalímetro de inducción)

15 En una realización preferida, haciendo referencia a las figuras 5A y 5B, una unidad de detección de caudal comprende un par de dispositivos de generación de campo magnético 80 orientados uno hacia el otro a través del tubo de permeado con el fin de generar un campo magnético cambiante a lo largo del pasaje de líquido. Cada dispositivo de generación 80 comprende preferiblemente una pluralidad (por ejemplo, de seis a ocho) de bobinas de tres fases 82a, 82b, 82c, ... recibidas en las ranuras de un núcleo de hierro 84. La periferia exterior del tubo de permeado 86 está cubierta preferiblemente con una capa aislante de calor 88 para evitar el aumento de la temperatura en el mismo. En realizaciones alternativas, como se muestra en la figura 6, el dispositivo de generación de campo magnético 80 puede estar dispuesto solamente en un lado del tubo de permeado 86.

20 En realizaciones preferidas, como se muestra en la figura 7, una fuente de alimentación de frecuencia variable 92 suministra energía a las bobinas electromagnéticas trifásicas de la unidad de detección de caudal 90. La energía es medida preferiblemente por un vatímetro 94 y la salida medida se alimenta de nuevo a un dispositivo de control 96 que se utiliza para controlar la frecuencia de la fuente de alimentación 92 mediante la comparación de la citada salida realimentada a la misma, con el valor de referencia R que se describe más adelante. La frecuencia de la energía suministrada al dispositivo de generación de campo magnético debe ser preferiblemente del orden de 5 a 100 Hz. Una frecuencia demasiado alta puede dar lugar a un campo magnético estrecho y, en consecuencia, una salida de detección débil del citado dispositivo de generación, presentando así dificultades en la medición del caudal del líquido.

30 Las realizaciones de la presente invención varían preferiblemente la frecuencia de la fuente de alimentación 92, detectando la frecuencia f_0 cuando la energía P desde la citada fuente 92 se reduce a cero y calculando la velocidad V del líquido a partir de la citada frecuencia f_0 . Puesto que es difícil hacer que $P = 0$, en general, la energía P se expresa como:

$$P = af^b + Kf^2$$

35 Aquí, af^b denota la pérdida de energía (a y b son constantes; $b \leq 2$), o la potencia cuando ninguna cantidad de permeado circula a través del tubo 86. La frecuencia f_0 es detectada desde el dispositivo de control 96 y se utiliza en la regulación de la frecuencia de la fuente de alimentación 92. El dispositivo de control 96 puede estar provisto de un circuito de operación para calcular la velocidad V del líquido a partir de la frecuencia f_0 .

40 La descripción anterior se refiere al caso en el que el caudal de líquido ha sido determinado variando la frecuencia de la fuente de alimentación 92. Cuando la frecuencia de la señal suministrada a la bobina está fijada, la energía P se puede dar como

$$P = K_0 + K's \quad (K = \text{vatios constantes})$$

Por lo tanto, si se determina el deslizamiento s del campo magnético cambiante para una velocidad V del líquido dado usando la siguiente ecuación

$$s = (P - K_0) / K'$$

45 en la que P es medida y K_0 y K' son constantes, entonces el caudal de líquido se puede calcular mediante la determinación de la velocidad V del líquido a partir de la ecuación

$$V = fs (1 - s)$$

que se deriva de la ecuación

$$s = (f - V) / f$$

50

Como se muestra en la figura 8, en un circuito R_0 para generar un valor de referencia R , los circuitos de memoria R_1 y R_2 almacenan las constantes a y b , respectivamente. La salida f^p de un circuito R_3 de generación de una frecuencia f^p se multiplica por la constante a almacenada en el circuito de memoria R_1 usando un multiplicador R_4 . La salida del citado multiplicador R_4 forma un valor de referencia R .

- 5 Haciendo referencia al dispositivo de control 96, un valor P medido por el detector de energía 94 es compuesto con el valor de referencia R por un comparador 98. En base al resultado de la citada comparación, otro comparador 100 determina si la frecuencia f debería ser aumentada o disminuida. En base a la determinación por el citado otro comparador 100, la frecuencia f de un circuito 102 es aumentada o disminuida. En este caso, el aumento o la disminución de la frecuencia f del citado circuito 102 empieza con la frecuencia constante f_s de una fuente de frecuencia constante 104. La salida del circuito 102 de generación de frecuencia f es suministrada a la fuente de alimentación de frecuencia variable 92. Por otro lado, la frecuencia de salida f del citado circuito 102 es operada en un circuito 106 de cálculo de caudal en base a la relación entre la constante λ 108 y otra constante D 110, ambas utilizadas en la determinación del caudal. Esta salida de operación es presentada por un indicador 112 y registrada por un registrador 114.
- 15 Haciendo referencia a la fuente de alimentación 92, la entrada de CA 116 es convertida preferiblemente en una salida de CC por un convertidor 118. La citada salida de CC es convertida en una salida de CA que tiene una frecuencia deseada por un inversor 120 en base a la salida de un de generación de impulsos de puerta 122 para producir impulsos de puerta de acuerdo con la frecuencia f que se ha mencionado más arriba del circuito 102. Se proporciona, además, un circuito de realimentación 124 y un circuito de regulación de tensión 126 para reducir la deformación de la citada salida de CA. La salida del citado inversor 120 es suministrada al dispositivo 90 de generación de campo magnético. La energía resultante es medida por el detector de energía 94, siendo suministrada la energía medida P al dispositivo de control 96.
- 20

25 En otra realización, como se muestra en la figura 9, el dispositivo 128 de generación de campo magnético puede ser recibido en un tubo 130 dispuesto coaxialmente en el tubo de permeado 86 en un estado completamente cerrado con respecto al interior de este último. El tubo cerrado 130 tiene una abertura expuesta al exterior del tubo de permeado 86, siendo suministrada la energía al dispositivo 128 de generación de campo magnético a través de la citada abertura.

30 El dispositivo de generación de campo magnético de la presente realización tiene esencialmente la misma construcción que el utilizado en una bomba de inducción lineal. A diferencia de la bomba, sin embargo, el caudalímetro de la presente invención provoca un campo magnético cambiante que se genera simplemente para determinar la velocidad del líquido y no para transportar hacia delante el citado líquido, de manera que se puede hacer más compacto.

35 Por ejemplo, una realización preferida comprende un tubo de permeado redondo, como se muestra en la figura 5A. Sin embargo, la presente invención no está limitada a un tubo de permeado redondo, sino que permite el uso de un tubo de permeado aplanado, angular o de cualquier otra forma. Además, aunque las realizaciones anteriores comprenden un par de dispositivos de generación de campo magnético uno orientado al otro a través del tubo de permeado, realizaciones alternativas pueden comprender un cuerpo cilíndrico integral que encierra el tubo de permeado, o varias unidades dispuestas longitudinalmente alrededor de la periferia exterior del tubo de permeado. El campo magnético se puede desplazar en la misma dirección, o en la dirección opuesta, en la que circula el permeado.

(Caudalímetros que utilizan miembros rotativos)

40 En otra realización preferida, el dispositivo utilizado para medir el flujo de fluido emplea miembros rotativos. Tales dispositivos se describen, por ejemplo, en las patentes norteamericanas números 4.306.457; 4.275.291; 4.533.433; y 4.848.164.

45 Tales caudalímetros de líquidos pueden comprender un impulsor o turbina montada de forma estanca en un trayecto de flujo de líquido, en el que el número de rotaciones del impulsor o turbina proporciona una medida del volumen de flujo de líquido a través del mismo. Los caudalímetros de líquido pueden proporcionar un circuito eléctrico para detectar la rotación del movimiento del impulsor o turbina, en la que es típico conectar un elemento magnético al eje rotativo y proporcionar una bobina o circuito captor inductivo en la proximidad del imán, en el que el imán rotativo genera campos magnéticos variables para influir en la circuitería acoplada al captor, y para generar de este modo señales eléctricas representativas de la rotación del eje. Las señales eléctricas son amplificadas y convertidas posteriormente para accionar señales para energizar alguna forma del dispositivo indicador, tal como una etiqueta de RFID.

50

55 Una realización comprende un caudalímetro de líquido, en el que un imán está fijado al eje impulsor rotativo. Un sensor de campo magnético, en forma de un circuito resistivo ferromagnético, se dispone en proximidad física al imán rotativo, y el campo magnético induce una señal eléctrica en el sensor, dicha señal es amplificada y conformada para accionar una red lógica adecuada, sirviendo la red lógica tanto para contar las señales detectadas como para calcular una indicación del volumen de flujo correspondiente.

5 Otra realización del caudalímetro utiliza imanes. Por ejemplo, un primer imán está fijado al eje impulsor rotativo, y un segundo imán se coloca en la proximidad del primer imán, pero fuera de la cámara de flujo de líquido. La rotación del segundo imán es inducida por el campo rotativo del primer imán, y el campo rotativo generado por el segundo imán es detectado por un sensor inductivo para generar una señal eléctrica que representa la rotación del eje. La señal eléctrica es utilizada a continuación, para accionar un circuito indicador para proporcionar una lectura del caudal de volumen detectado por el dispositivo.

10 Otra realización comprende un caudalímetro que utiliza imanes montados en el eje. Por ejemplo, un medidor tiene un primer imán unido a un eje del rotor y un segundo imán unido a un eje del indicador, siendo rotativo el segundo imán y estando acoplado magnéticamente al primer imán, con el fin de proporcionar una rotación correspondiente del eje del indicador cuando el eje del rotor es rotado por el flujo de fluido a través de la carcasa del medidor.

15 Otra realización comprende un caudalímetro de líquido de tipo de turbina de rotación o de impulsor, en el que el flujo de líquido a través del medidor produce el desplazamiento rotativo positivo de un eje hecho de un material no magnético. Un imán permanente está integrado próximo a un extremo del eje, y el extremo del eje del impulsor está montado de forma giratoria en una carcasa fabricada de materiales no magnéticos. Un interruptor de láminas accionado magnéticamente se encuentra situado fuera de la carcasa próxima al extremo del eje que integra al imán permanente, y cada revolución completa del eje provoca dos cierres del interruptor de láminas inducidos magnéticamente. El interruptor de láminas está acoplado eléctricamente a un circuito lógico operado con baterías, incluyendo contadores y una lectura electrónica, de manera que los cierres de interruptor del interruptor de láminas sean convertidos en datos de volumen de flujo que se proporcionan, por ejemplo, a una etiqueta de RFID.

20 El diseño interno del impulsor rotativo y la cavidad del caudalímetro son controlados para proporcionar características de desplazamiento volumétrico predeterminadas, en el que cada revolución del rotor se corresponde al circuito lógico con el fin de proporcionar una relación fraccionaria predeterminada entre el volumen de flujo de líquido que ha pasado durante una única revolución del eje y la unidad de medida con la que el circuito lógico y la visualización están adaptados para contar y mostrar unidades. Por consiguiente, la unidad de medida puede ser modificada cambiando simplemente una dimensión lineal de la turbina giratoria o impulsor.

(Caudalímetros de calibrador de esfuerzos o deformación)

En otra realización preferida, el dispositivo utilizado para medir el flujo de fluido es un caudalímetro de calibrador de esfuerzos o deformación. Un caudalímetro de este tipo se describe, por ejemplo, en las patentes norteamericanas números 5.036.712 y 4.848.926.

30 Un caudalímetro de calibrador de deformación de acuerdo con esta realización emplea un conjunto de monitorización que comprende una banda flexible resiliente, por ejemplo una lámina, que está soportada por la pared del tubo de permeado de tal manera que se proyecte en el trayecto de flujo del permeado dentro del tubo. El permeado que circula dentro del tubo impacta preferiblemente contra un lado ancho de la banda. Un medidor de deformación está fijado al lado ancho de la banda contra la cual impacta el flujo de permeado. El calibrador de deformación está provisto de conductores de salida que se extienden al exterior del tubo de permeado. Un dispositivo de monitorización de la temperatura tal como un termopar o un detector de temperatura de resistencia está montada en el extremo distal de la banda dentro del tubo de permeado. Este dispositivo también está provisto de conductores de salida que se extienden al exterior del tubo de permeado.

40 Cuando el permeado circula dentro del tubo de permeado, el dispositivo de control de la temperatura controla directamente la temperatura del permeado. Al mismo tiempo, el permeado impactando en el extremo distal libre de la banda deflecta ese extremo en una dirección aguas abajo, imponiendo un esfuerzo de tracción en el medidor de deformación. Como resultado, el calibrador de deformación produce una señal de salida indicativa del grado de deflexión de la banda, y por lo tanto del caudal del permeado.

45 El material y las dimensiones de la banda se pueden seleccionar apropiadamente, en base a principios bien conocidos en la técnica, y teniendo en cuenta las características del calibrador de deformación, para asegurar que el rango de valores de caudal al que el monitor debe responder imponga un nivel adecuado de esfuerzos en el calibrador. En una realización en la que se emplea el caudalímetro de calibrador de deformación, el caudal del permeado es preferiblemente de 5 - 70 litros / minuto, y más preferiblemente de 10 - 30 litros / minuto, aunque también se contemplan caudales fuera de estos intervalos.

50 Se prefiere que el material de la banda tenga un bajo coeficiente de expansión térmica y un alto grado de resiliencia. Puesto que el dispositivo de monitorización de temperatura está dispuesto directamente en el trayecto del flujo de permeado, proporcionará una indicación precisa de la temperatura, mientras que el montaje del dispositivo de monitorización de la temperatura en el extremo de la banda produce la monitorización de la temperatura y del caudal en la misma localización a lo largo del trayecto de flujo.

De esta manera, la unidad proporciona simultáneamente información sobre la temperatura y el caudal, de modo que si se produce una lectura anormal de la temperatura, se proporcionará una determinación directa con respecto a si esta lectura anormal está asociada con un bloqueo del trayecto de flujo de permeado.

(Caudalímetros ultrasónicos)

- 5 En otra realización preferida de la presente invención, el dispositivo utilizado para medir el flujo de fluido es un caudalímetro ultrasónico. Un medidor de este tipo es desvelado, por ejemplo, en la patente norteamericana número 6.748.811.

10 Como se muestra en la figura 10, un caudalímetro ultrasónico de acuerdo con una realización de la presente invención incorpora un trayecto de medición de flujo 132 rodeado por una pared 134 del trayecto de flujo (tubo de permeado), y transductores ultrasónicos aguas arriba y aguas abajo 136 y 138 unidos a la pared 134 del trayecto de flujo por medio de un supresor 140 de conducción de vibración de manera que están opuestos uno con respecto al otro. El transductor ultrasónico 136 aguas arriba y el transductor ultrasónico 138 aguas abajo están espaciados uno del otro por una distancia L e inclinados con un ángulo e con respecto a la dirección de flujo del trayecto de medición de flujo 132. Se proporcionan unos orificios de apertura aguas arriba y aguas abajo 142 y 144 para exponer los transductores ultrasónicos 136 y 138 al trayecto de medición de flujo 132. Los orificios de apertura 142 y 144 están provistos cada uno en forma de una depresión en la pared del trayecto de flujo 134. Se proporciona un trayecto de propagación de ondas ultrasónicas 146 a lo largo del cual una onda ultrasónica transmitida desde uno de los transductores ultrasónicos 136 o 138 opuestos uno al otro se propaga directamente al otro de los transductores ultrasónicos 138 o 136 sin ser reflejada por la superficie de la pared. Se proporciona un primer supresor de influente 148 para el orificio de apertura aguas arriba 142 para reducir el flujo de entrada del fluido que se debe medir en el orificio de apertura aguas arriba 142, y se proporciona un primer supresor de influente 150 para el orificio de apertura aguas abajo 144 para reducir el flujo de entrada del fluido que se debe medir en el orificio de apertura aguas abajo 144. Se proporciona un segundo supresor de influente 152 en el lado aguas arriba del trayecto de propagación de ondas ultrasónicas 146 para reducir el flujo de entrada del fluido que se debe medir en los orificios de apertura aguas arriba y aguas abajo 142 y 144. El segundo supresor de influente 152 se ajusta en una depresión 154 provista en la pared 134 del trayecto de flujo.

30 Como se muestra en la figura 11, el primer supresor influente 150 proporcionado para el orificio de apertura aguas abajo 144 tiene una sección 156 de sellado del orificio de apertura que tiene muchos orificios transmisivos ultrasónicamente 158 capaces de transmitir una onda ultrasónica a través de los mismos. La sección 156 de sellado del orificio de apertura se proporciona a través del trayecto de propagación de ondas ultrasónicas 146 de manera que cubra el orificio de apertura 144 y se extienda de forma coplanar con una superficie de medición del trayecto de flujo 160, evitando de ese modo el flujo de entrada del fluido que debe ser medido en el orificio de apertura 144. En la presente memoria descriptiva, la sección 156 de sellado del orificio de apertura es una malla, o similar, que tiene muchos orificios transmisivos ultrasónicamente 158 capaces de transmitir una onda ultrasónica a través de los mismos, que se proporciona directamente en una porción de la superficie 160 de medición del trayecto de flujo del trayecto 132 de medición de flujo correspondiente al orificio de apertura 144 y es coplanar con la superficie de medición 160 del trayecto de flujo con el fin de no perturbar el flujo.

40 Como se muestra en la figura 12, el supresor de influente 148 proporcionado para el orificio 142 de apertura aguas arriba sobresale de la pared 134 del trayecto de flujo e incluye un deflector de flujo 162 en forma de un saliente liso y una superficie de guía 164 provista en el lado aguas arriba del deflector de flujo 162 con alturas del saliente que se incrementan suavemente.

45 El segundo supresor de influente 152 proporcionado en el lado aguas arriba del trayecto de propagación de la onda ultrasónica tiene una sección 166 de regulación de dirección para el ajuste de la dirección de flujo del fluido que se debe medir y una sección 168 de supresión de la variación para hacer uniforme la distribución de la velocidad del flujo o para reducir la pulsación del flujo. La sección 166 de regulación de la dirección incluye paredes de partición para dividir la sección transversal del trayecto 132 de medición del flujo en pequeñas porciones. La variación de la sección de supresión 168 tiene una pequeña longitud a lo largo de la dirección del flujo y tiene muchos trayectos de comunicación minúsculos a lo largo de la sección transversal del trayecto 132 de medición del flujo.

50 Una sección 174 de control de la medición está conectada a los transductores ultrasónicos 136 y 138 para efectuar la transmisión y la recepción de una onda ultrasónica, y se proporciona una sección de cálculo 176 para calcular la velocidad del flujo sobre la base de una señal desde la sección 174 de control de la medición con el fin de calcular el caudal.

55 A continuación, se describirá la operación de medición del caudal utilizando una onda ultrasónica. A lo largo del trayecto 146 de propagación de las ondas ultrasónicas del trayecto 132 de medición del flujo, una onda ultrasónica es transmitida y recibida entre los transductores ultrasónicos 136 y 138 a través del trayecto 132 de medición del flujo por la función de la sección 174 de control de la medición. Específicamente, el tiempo de propagación T1, la cantidad de tiempo requerida para que una onda ultrasónica emitida desde el transductor ultrasónico aguas arriba

136 sea recibida por el transductor ultrasónico aguas abajo 138, es medida. El tiempo de propagación T2, la cantidad de tiempo requerida para que una onda ultrasónica emitida desde el transductor ultrasónico aguas abajo 138 sea recibida por el transductor ultrasónico aguas arriba 136, también es medida.

5 El caudal es calculado por la sección de cálculo 176 en base a los tiempos de propagación medidos T1 y T2 de acuerdo con las expresiones que se muestran a continuación.

10 Cuando la velocidad del flujo del fluido que debe ser medida a lo largo de la dirección longitudinal del trayecto 132 de medición del flujo se denota por V, el ángulo entre la dirección del flujo y el trayecto de propagación de ondas ultrasónicas 146 se indica por θ , la distancia entre los transductores ultrasónicos 136 y 138 se indica por L, y la velocidad del sonido a través del fluido que se debe medir se indica por C, la velocidad del flujo de V se calcula sobre la base de las siguientes expresiones:

$$T1 = L / (C + V \cos\theta)$$

$$T2 = L / (C - V \cos\theta)$$

La siguiente expresión se puede conseguir eliminando la velocidad del sonido C de una expresión de restar el número inverso de T2 del número inverso de T1.

15
$$V = (L/2 \cos\theta) ((1/T1) - (1/T2))$$

Puesto que los valores de θ y L son conocidos, la velocidad V del flujo se puede calcular a partir de los valores de T1 y T2. Se considera la posibilidad de una medición del caudal de aire en el que el ángulo $\theta = 45^\circ$, distancia L = 70 mm, velocidad del sonido C = 340 m / s, y velocidad del flujo V = 8 m / s. Entonces, T1 = $2,0 \times 10^{-4}$ seg y T2 = $2,1 \times 10^{-4}$. Por lo tanto, una medición instantánea es posible.

20 A continuación, desde el área de la sección transversal S del trayecto 132 de medición del flujo a lo largo de la dirección perpendicular a la dirección de flujo, se obtiene el caudal Q como sigue.

$$Q = KVS$$

Aquí, K es un coeficiente de corrección que se determina en vista de la distribución de la velocidad del flujo a través del área de sección transversal S.

25 De esta manera, el caudal es obtenido por la sección de cálculo 176.

A continuación, se describirá la condición de flujo en el trayecto de medición del flujo del caudalímetro ultrasónico y la operación de medición del mismo. El fluido que se debe medir puede entrar en el trayecto 132 de medición del flujo con un flujo no uniforme o con una pulsación de flujo. En tal caso, el flujo en el trayecto 132 de medición del flujo es rectificado y la perturbación del flujo se reduce en la sección 166 de regulación de dirección del segundo supresor de influente 152 proporcionado en el lado aguas arriba del trayecto 146 de propagación de ondas ultrasónicas en una dirección tal que el fluido no circula fácilmente al interior de los orificios de apertura 142 y 144, mientras que las perturbaciones de las variaciones en el flujo debido a un flujo pulsante, o similares, son reducidas por la sección 168 de variación de la supresión con el fin de suprimir aún más el flujo de fluido en los orificios de apertura 142 y 144. A continuación, el flujo entra en el trayecto 146 de propagación de ondas ultrasónicas. La sección 168 de supresión de variación puede ser un miembro de malla, un miembro espumado, una placa microporosa, una tela no tejida, o similar, con una relación de apertura grande, que puede ser proporcionada para que tenga un pequeño grosor a lo largo de la dirección del flujo. Por lo tanto, es posible reducir las pérdidas de presión por la sección 168 de supresión de la variación, por lo que es posible reducir las variaciones en el flujo a lo largo del trayecto de medición del flujo sin aumentar la pérdida de presión. Por otra parte, es posible reducir las variaciones en el flujo en un área en la que la velocidad de flujo es alta con el fin de suprimir las variaciones en el tiempo de propagación de la onda ultrasónica, con lo cual es posible incrementar el valor límite superior para la medición del caudal o de la velocidad del flujo y para aumentar aún más la precisión de la medición.

A continuación, en el orificio de apertura 144 que está abierto delante del transductor ultrasónico aguas abajo 138 donde se produce fácilmente un fuerte vórtice debido a que el orificio de apertura 144 se extiende en una dirección con un ángulo agudo con respecto al trayecto de medición del flujo, la sección de sellado 156 de los orificios de apertura tal como una malla que tiene muchos orificios transmisivos ultrasónicamente 158 capaces de transmitir una onda ultrasónica a través de la misma se proporciona a lo largo de la superficie 160 del trayecto de medición de flujo del trayecto 132 de medición del flujo para el flujo rectificado por el segundo supresor de influente 152 para que sea coplanar con la superficie 160 del trayecto de medición flujo con el fin de no perturbar el flujo. Por lo tanto, es posible incrementar aún más el efecto de supresión del flujo del fluido que se debe medir en el orificio de apertura aguas abajo 144 y reducir significativamente los vórtices o perturbaciones del flujo en el trayecto 146 de propagación de ondas ultrasónicas. Para el orificio de apertura 142 aguas arriba, por otro lado, el primer supresor de influente 148 está formado por el deflector de flujo 162 en la forma de un saliente proporcionado cerca de y sobre el lado aguas

- arriba del orificio de apertura 142 con el fin de reducir aún más el flujo del fluido dentro del orificio de apertura 142 como se indica por las flechas en la figura 12, reduciendo de ese modo las perturbaciones del flujo, tales como vórtices y se estabiliza el flujo. Puesto que el orificio de apertura 142 aguas arriba se extiende en una dirección con un ángulo obtuso con respecto al trayecto 132 de medición del flujo, la intensidad de cualquier vórtice es menor que la del orificio de apertura 144 aguas abajo. Por lo tanto, la influencia adversa de los mismos es pequeña, y puede que no sea necesario proporcionar el primer supresor de influente 148. Sin embargo, al proporcionar el primer supresor de influente 148 para el orificio de apertura 142 aguas arriba, es posible estabilizar aún más el flujo. Por otra parte, el primer supresor de influente 148 puede estar formado integralmente con la pared 134 del trayecto de flujo con el fin de simplificar la estructura y reducir el costo.
- Por lo tanto, las ondas ultrasónicas son transmitidas y recibidas entre los transductores ultrasónicos 136 y 138 a lo largo del trayecto 146 de propagación de ondas ultrasónicas, en el que se estabiliza el flujo. Por lo tanto, es posible aumentar el nivel de recepción de ultrasonidos, con lo cual se realiza una medición de la velocidad del flujo de alta precisión, y reducir la atenuación de las ondas ultrasónicas debido a las variaciones en el flujo, aumentando de este modo el valor límite superior de la medición del caudal.
- Además, puesto que el nivel de recepción de ultrasonidos se puede mejorar mediante la estabilización del flujo, es posible reducir el consumo de energía para la transmisión de una onda ultrasónica. Además, cuando se proporciona la sección 156 de sellado del orificio de apertura solamente para el orificio de apertura 144 aguas abajo, es posible reducir la cantidad de atenuación de la onda ultrasónica a través de la sección 156 de sellado del orificio de apertura y reducir el consumo de energía por la reducción en la entrada de energía de accionamiento para los transductores ultrasónicos 136 y 138.

Energía de la etiqueta de RFID y recogida y almacenamiento de datos

Las realizaciones preferidas de los dispositivos y sistemas de ósmosis inversa de la presente invención comprenden etiquetas de RFID. Las etiquetas de RFID son bien conocidas en la técnica anterior, y se desvelan en las patentes norteamericanas números. 5.461.385; 5.528.222; y 6.525.648; todas la cuales se incorporan a la presente memoria descriptiva en su totalidad por referencia.

En una realización, la energía procedente de las etiquetas de RFID activadas alimenta los dispositivos de medición de conductividad y de flujo. En realizaciones preferidas, tales dispositivos de medición están adaptados preferiblemente para recoger datos y transferir los datos a las etiquetas de RFID u otros dispositivos de recuperación de datos. Los dispositivos de medición comprenden, preferiblemente, un dispositivo de computación que está configurado para procesar los datos recogidos de sus mediciones. Los dispositivos de medición pueden enviar preferentemente los datos directamente a un dispositivo de recuperación por medio de un transpondedor de señal. En otras realizaciones preferidas, los dispositivos de medición pueden enviar y / o almacenar sus datos recogidos dentro de sus etiquetas de RFID correspondientes. La información puede ser recuperada de las etiquetas de RFID preferentemente inmediatamente o en un momento posterior.

Las realizaciones preferidas de la presente invención permiten la monitorización periódica de los dispositivos y sistemas de filtración de ósmosis inversa, proporcionando un sistema remoto que incluye una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID) que se encuentra en comunicación específica y periódicamente con un dispositivo remoto de recogida y de transferencia de datos, tal como un caudalímetro o medidor de conductividad, configurado para comunicarse con las etiquetas de RFID. En una realización, cada etiqueta de RFID específica está asociada con un dispositivo remoto de recogida y de transferencia de datos particular. Cuando una etiqueta de RFID recibe una señal desde el dispositivo, la etiqueta de RFID específica cambia el estado del dispositivo remoto de recogida y de transferencia de datos desde un estado de energía cero a un estado operativo. De esta manera, la capacidad limitada de energía de una fuente de alimentación remota se utiliza para la recogida y transferencia de datos entre el dispositivo de recogida y transferencia de datos y un administrador y no para alimentar en modo en espera o periódicamente las operaciones de recogida y de transferencia que no son de datos.

En realizaciones preferidas de la presente invención, aunque muchas señales de RFID pueden ser transmitidas a lo largo del tiempo a la localización de muchos sistemas remotos, cada uno de los cuales comprende preferiblemente una etiqueta de RFID, los datos de medición no siempre son necesitados de cada sistema remoto, y por lo tanto, una señal de RFID puede ser dirigida infrecuentemente a una de las etiquetas de RFID específica. Es decir, una señal de RFID de este tipo es transmitida para solicitar una operación de transferencia de datos con el dispositivo remoto de recogida y de transferencia de datos particular que está asociado con esa etiqueta de RFID específica. Además, al final del estado de operación (es decir, de la transferencia de datos) de ese dispositivo remoto de recogida y de transferencia de datos particular, el estado de ese dispositivo de recogida y de transferencia de datos se devuelve al estado de energía cero. Cada etiqueta de RFID es preferentemente una etiqueta alimentada por un haz pasivo. Como resultado de factores tales como: (1) el estado de energía cero, (2) la especificidad y la periodicidad de la señal de RFID, (3) el citado retorno al estado de energía cero, y (4) el uso de una etiqueta de RFID alimentada por un haz pasivo seleccionada específica, el estado de energía cero es el estado primario de un planteamiento

temporal, de tal modo que para períodos de tiempo sustanciales ninguna energía se extrae de la capacidad de energía limitada de la fuente de alimentación remota.

Todavía otro aspecto de la presente invención es proporcionar al sistema remoto una red de área local inalámbrica (WLAN) accesible a un dispositivo remoto de recuperación de datos particular, para la comunicación con un administrador que puede solicitar una operación de transferencia de datos con ese dispositivo remoto de recogida y de transferencia de datos particular. La transferencia de datos se realiza a través de la WLAN y pueden ser datos transferidos hacia o desde, o ambos hacia y desde, el dispositivo remoto de recogida y de transferencia de datos particular. En cualquier caso, la transferencia de datos puede ser entre el administrador y el dispositivo remoto de recogida y de transferencia de datos particular, o entre el dispositivo remoto de recogida y de transferencia de datos particular y otra unidad remota atendida por el administrador, por ejemplo, un sistema que monitoriza o proporciona los datos que se transfieren.

Adicionalmente, un aspecto de la presente invención incluye un procedimiento para proporcionar periódicamente datos hacia o desde un área remota. El procedimiento puede incluir las operaciones de proporcionar una pluralidad de unidades individuales de recogida y de transferencia de datos en el área remota. Cada una de las unidades remotas de recogida y de transferencia de datos se encuentra normalmente en un estado energía cero (DESCONECTADO), y tiene un estado operativo (CONECTADO) para la operación. Una señal de RFID única se transmite periódicamente al área remota sólo en un momento específico separado en el que se desea proporcionar datos hacia o desde una de las unidades de recogida y de transferencia de datos en particular que corresponde a la señal única. De esta manera, cada una de las señales de RFID individual única está diseñada para identificar sólo la unidad particular de las unidades remotas de recogida y transferencia de datos que se seleccionaron. En respuesta a la señal única de RFID, la unidad particular de las unidades se selecciona de este modo, por ejemplo, es identificada, y a continuación se hace que se encuentre en el estado operativo. En el estado operativo, los datos se transfieren hacia y desde esa unidad de recogida y de transferencia de datos seleccionada. En otra realización, una respuesta puede ser obtenida de todas las etiquetas de RFID. Una respuesta de este tipo se puede obtener, por ejemplo, después de reiniciar el sistema.

En una realización preferida de este aspecto, como se muestra en la figura 13, un dispositivo de recuperación de datos 177 transmite periódicamente señales 178 de identificación por radiofrecuencia (RFID) a través de una antena 180 a una localización remota en la cual puede haber un sistema remoto 182. En la realización ejemplar de la figura 13, se ilustra una pluralidad de los sistemas remotos 182.

En una realización, el dispositivo de recuperación de datos 177 comprende un dispositivo de computación, por ejemplo, un ordenador personal que puede ser un IBM, Macintosh, o Linux / Unix compatibles. En otra realización, el dispositivo de recuperación de datos comprende un dispositivo de computación portátil. En una realización, el dispositivo de recuperación de datos ejemplar 177 incluye una unidad central de proceso ("CPU"), que puede incluir un microprocesador convencional. El dispositivo de recuperación de datos puede incluir, además, una memoria, tal como una memoria de acceso aleatorio ("RAM") para el almacenamiento temporal de información y una memoria de sólo lectura ("ROM") para el almacenamiento permanente de información, y un dispositivo de almacenamiento masivo, tal como un disco duro, disquete o dispositivo de almacenamiento de medios ópticos. El dispositivo ejemplar de recuperación de datos 177 puede incluir uno o más dispositivos de entrada / salida (I / O), disponibles comercialmente, tales como un teclado, ratón, pantalla táctil, e impresora. En una realización, los dispositivos de E / S incluyen un dispositivo de visualización, tal como un monitor, que permite la presentación visual de los datos a un usuario. Más en particular, el dispositivo de visualización proporciona la presentación de interfaces gráficas de usuario, datos de software de aplicaciones y presentaciones multimedia, por ejemplo. El dispositivo de recuperación de datos 177 también puede incluir uno o más dispositivos multimedia, tales como altavoces, monitores, tarjetas de video, aceleradores gráficos, controladores de juegos, etc.

El dispositivo de computación del dispositivo de recuperación de datos 177 puede ser controlado y coordinado generalmente por el software del sistema operativo, tal como Windows 95, 98, NT, 2000, XP u otros sistemas operativos compatibles. En los sistemas Macintosh, el sistema operativo puede ser cualquier sistema operativo disponible, tal como Mac OS X. Los sistemas operativos convencionales de control y los procesos informáticos de programación para su ejecución, ejecutan la gestión de memoria, proporcionan el sistema de archivos, conexiones a redes y servicios de E / S, y proporcionan una interfaz de usuario, tal como una interfaz gráfica de usuario ("GUI"), entre otras cosas.

En la realización ejemplar de la figura 13, una señal única de RFID 178 es recibida por cada sistema remoto 182 a través de una antena 192. Sin embargo, sólo un sistema remoto en particular seleccionado 182 es identificado por una señal única 178 y se le proporciona energía de RF por la citada señal 178. La energía de la señal 178 se utiliza para cambiar el estado del sistema remoto particular 182 desde un estado normalmente de energía cero (o DESCONECTADO) a un estado operativo (o CONECTADO). En el estado operativo, el sistema remoto particular seleccionado 182 identificado por la señal inicia una transferencia de datos, que puede ser, por ejemplo, en forma de señales de RF de transferencia de datos 184 enviadas desde la antena 192 del sistema remoto 182 al dispositivo de recuperación de datos 177.

Como se muestra en las figuras 14A y 14B, en otras realizaciones que incluyen el dispositivo 177 de recuperación de datos y al menos uno de los sistemas remotos 182, el dispositivo de recuperación de datos 177 incluye un transmisor / receptor de RFID 186 para la transmisión de las señales únicas de RFID 178 a los sistemas remotos 182. El transmisor / receptor de RF 186 también recibe las señales de transferencia de datos 184 desde el sistema remoto seleccionado 182. El dispositivo de recuperación de datos 177 puede utilizar directamente los datos transferidos de las señales de transferencia de datos 184, o puede distribuir tales datos a otros dispositivos según sea apropiado.

En otra realización, como se muestra en la figura 14A, cada uno de los sistemas 182 incluye un transpondedor, o etiqueta, de identificación de radio frecuencia (RFID), 188. Asociado con una etiqueta específica 188, los sistemas remotos 182 también incluyen un dispositivo controlado 190 tal como un circuito electrónico, un medidor de conductividad, o un caudalímetro de fluido. La referencia a dispositivos controlados indica que el estado de los dispositivos controlados 190 es controlado por la etiqueta asociada 188. En las realizaciones preferidas de la presente invención, el dispositivo controlado 190 es un dispositivo remoto de transferencia de datos 190D. El sistema remoto 182 usa una antena 192, que puede incluir uno o más elementos de recepción y de transmisión, que puede recibir tanto la señal entrante de RFID 178 como transmitir la señal saliente de transferencia de datos 184. La señal entrante de RFID 178 y la señal saliente de transferencia de datos 184 pueden estar ambas a la misma frecuencia.

En otra realización, como se muestra en la figura 14B, el dispositivo de recuperación de datos 177 puede incluir un transmisor de RF separado 194 que tiene una antena 180T transmisora separada. Un receptor de RF separado 196 está provisto de una antena receptora 180R diferente. De esta manera, la señal entrante de RF 178 puede tener una frecuencia, como por ejemplo 900 MHz, y la señal saliente de transferencia de datos 184 puede tener una frecuencia diferente, tal como 2,45 GHz, por ejemplo.

El receptor de RF 196 puede representar un usuario de los datos situado en una localización que puede ser remota del dispositivo de recuperación de datos 177 y del sistema remoto 182. Por ejemplo, el receptor de RF 196 puede ser una estación solicitante que se comunica a través de un módem (no mostrado) con el transmisor de RF 194 para solicitar una transferencia de datos desde uno de los sistemas remotos en particular 182. El transmisor de RF 194 también puede solicitar que los datos específicos se transfieran sin especificar en cual sistema remoto 182 están almacenando esos datos específicos. Alternativamente, el transmisor de RF 194 puede servir como un controlador para un dispositivo de almacenamiento de datos. En el último ejemplo, el transmisor 194 que sirve como controlador especificará cuál de los sistemas remotos 182 actualmente almacena los datos solicitados, y transmitirá la señal de RFID única 178 adecuadamente codificada para identificar el sistema remoto en particular 182 que tiene los datos solicitados.

Como se muestra en la figura 14C, el dispositivo controlado 190 se encuentra principalmente en un estado de energía cero, también conocido como un estado "DESCONECTADO". En este estado, que se muestra como el estado 1 en la figura 14C, el dispositivo controlado 190 no utiliza energía (es decir, "cero"). El dispositivo controlado 190 también tiene un estado operativo 2 o estado "CONECTADO". Cuando el dispositivo controlado 190 es un dispositivo remoto de transferencia de datos 190D, por ejemplo, y el dispositivo remoto de transferencia de datos 190D es móvil, por ejemplo, los períodos de tiempo durante los cuales el dispositivo remoto de transferencia de datos 190D está en el estado de energía cero exceden en gran medida a los períodos de tiempo durante los cuales el dispositivo remoto de transferencia de datos 190D está en el estado operativo 2. Por ejemplo, se requiere típicamente la transferencia de datos con un dispositivo remoto de transferencia de datos 190D dos veces por día. Asumiendo que 2 megabytes de datos deben ser transferidos, cada transferencia de datos puede durar 30 segundos, por ejemplo. De esta manera, cada día el dispositivo remoto de transferencia de datos 190D estaría en el estado de energía cero cerca de 23 horas y 59 minutos, y solamente estaría en el estado operativo aproximadamente 1 minuto. Se debe entender que los 2 megabytes ejemplares de datos para ser transferidos superan con creces la capacitancia de almacenamiento de datos de una etiqueta de RFID 188 típica. Por lo tanto, si la cantidad de datos a transferir es mucho menor que 2 megabytes, el dispositivo remoto de transferencia de datos estaría en el estado operativo mucho menos de 1 minuto por día.

La energía acumulada utilizada por el dispositivo controlado 190 en un día se basa en la energía utilizada solamente en los estados operativos. En la técnica anterior, la energía acumulada utilizada incluye la que se requiere para el estado operativo, además de una cantidad de energía mucho mayor para la operación de espera. Por lo tanto, el consumo total usado en los ejemplos de interrogación y de espera es mayor en una cantidad significativa que en las funciones de interrogación y de espera. Como se describe a continuación, toda la energía en el sistema remoto 182 está disponible para alimentar el dispositivo controlado 190 en el estado operacional 2. La eliminación de la energía para las funciones de interrogación y de espera elimina el uso de lo que es potencia "desperdiciada", resultando en una mejora sustancial en la eficiencia de uso de la cantidad limitada de energía que está disponible en el sistema remoto 182.

En todavía otra realización preferida de la presente invención, la etiqueta de RFID posee una batería recargable, que se puede utilizar para proporcionar energía a la etiqueta de RFID y / o a los dispositivos de medición. Una etiqueta de RFID que tiene una batería combinada y una fuente de alimentación pasiva se desvela en la patente norteamericana número. 6.944.424, que se incorpora en su totalidad a la presente memoria descriptiva por referencia.

Una realización preferida de la presente invención comprende una etiqueta de RFID que es alimentada tanto por una batería interna y pasivamente por un campo de RF de interrogación. Como resultado, la etiqueta de RFID puede ser alimentada pasivamente después de que la batería interna se haya agotado. Además, la batería recargable puede proporcionar preferiblemente energía a los dispositivos de recogida y de transferencia de datos, tales como caudalímetros y medidores de conductividad.

Más en particular, una realización de la etiqueta de RFID incluye una circuitería electrónica para proporcionar la funcionalidad de RFID, y un dispositivo de almacenamiento de energía acoplado a la circuitería electrónica para proporcionar una tensión operativa a la misma. Una batería está acoplada operativamente al dispositivo de almacenamiento de energía para cargar el dispositivo de almacenamiento de energía. Una fuente de alimentación rectificadora de RF derivada de un campo de RF de interrogación también está acoplada operativamente al dispositivo de almacenamiento de energía para cargar el dispositivo de almacenamiento de energía. La fuente de alimentación rectificadora de RF y la batería están separadas eléctricamente una de la otra. El dispositivo de almacenamiento de energía sigue siendo cargado por la batería en ausencia del campo de RF de interrogación mientras la batería tenga una capacitancia restante. Después de la batería se haya agotado, el dispositivo de almacenamiento de energía es cargado por la presencia del campo de interrogación de RF.

En una realización preferida, como se muestra en la figura 15, un circuito de modo dual de energía 198 para una etiqueta de RFID incluye una fuente de RF 200, un condensador de almacenamiento de energía 202, un primer diodo 204, un segundo diodo 206, y una batería 208. La fuente de RF 200 está provista por el campo de interrogación de RF transmitido por un lector de RFID que es rectificado por el extremo frontal de RF de la etiqueta de RFID (no mostrado). El condensador de almacenamiento de energía 202 sirve como una fuente de tensión para la circuitería restante de la etiqueta de RFID (no mostrada), y está acoplado a la fuente de RF 200 y a la batería 208 por circuitos independientes de carga, respectivos. Más en particular, un primer circuito de carga incluye la fuente de RF 200, el primer diodo 204, y el condensador de almacenamiento de energía 202. El primer diodo 204 está acoplado entre la fuente de RF 200 y el condensador de almacenamiento de energía 202 de una manera polarizada hacia delante de manera que la corriente de la fuente de RF 200 circula hacia el condensador de almacenamiento de energía 202, y no a la inversa. Un segundo circuito de carga incluye la batería 208, el segundo diodo 206, y el condensador de almacenamiento de energía 202. El segundo diodo 206 está acoplado entre la batería 208 y el condensador de almacenamiento de energía 202 de una manera polarizada hacia delante de modo que la corriente de la batería 208 circula hacia el condensador de almacenamiento de energía 202, y no a la inversa. En una realización preferida de la invención, los diodos primero y segundo 204 y 206 son provistos por diodos Schottky.

Se debe apreciar que los dos circuitos de carga son dispares uno del otro, y no hay acoplamiento entre la fuente de RF 200 y la batería 208. La corriente de la fuente de RF 200 no fluirá a la batería 208, y la corriente de la batería 208 no fluirá a la fuente de RF 200. Por lo tanto, el condensador de almacenamiento de energía 202 es cargado tanto por la fuente de RF 200 como por la batería 208. En la ausencia de un campo de interrogación de RF, la etiqueta de RFID seguirá siendo alimentada por la batería 208 manteniendo el condensador de almacenamiento de energía 202 en un estado cargado. Cuando la batería 208 se agota, la etiqueta de RFID será alimentada de forma pasiva por la presencia de un campo de interrogación de RF.

Otras realizaciones adicionales de la presente invención comprenden dispositivos que funcionan con energía magnética o electromagnética, o por otras formas de energía conocidos por los expertos en la técnica.

Aunque la descripción anterior contiene muchos detalles específicos, estos no se deben interpretar como limitativos del alcance de la presente invención, sino meramente como que proporcionan ilustraciones de algunas de las realizaciones actualmente preferidas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para mantener un conjunto de dispositivos de filtro de membrana (10, 11, 12) para un sistema de ósmosis inversa (13) que filtra un fluido para obtener un permeado, que comprende:
 - 5 medir un valor de la conductividad y del flujo de permeado a través de cada uno de una pluralidad de los citados dispositivos de filtro de membrana encerrados dentro de un tubo de presión en serie (8);
 - transferir la información relativa a los valores medidos en cada dispositivo de filtro de membrana (10, 11, 12) a una etiqueta de RFID (188) montada en cada uno de los dispositivos de filtro de membrana (10, 11, 12);
 - recibir de forma remota la información de la etiqueta de RFID (188);
 - 10 calcular un valor indicativo del rendimiento de cada uno de los dispositivos de filtro de membrana (10, 11, 12) a partir de los valores medidos; y
 - sustituir cada dispositivo de filtro de membrana (10, 11, 12) cuando el valor calculado supera un valor pre-cargado.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el valor indicativo del rendimiento de cada dispositivo de filtro de membrana (10, 11, 12) es un porcentaje del paso de sal normalizado.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la fecha de producción del dispositivo de filtro de membrana (10, 11, 12) es utilizada en la etapa de cálculo.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa de medición es ejecutada periódicamente.
5. Un sistema de ósmosis inversa (13) para filtrar un líquido y obtener un permeado, que comprende:
 - 20 un tubo de presión (8);
 - una serie de dispositivos de filtro de membrana (10, 11, 12) encerrados dentro del tubo de presión (8) y comprendiendo cada uno de ellos un tubo de permeado (16, 86) y una etiqueta de identificación por radio frecuencia (RFID) (188) configurada para almacenar datos y transmitir los datos de forma inalámbrica;
 - 25 un dispositivo de medición de conductividad dispuesto dentro del tubo de permeado (16, 86) y configurado para medir datos de conductividad del permeado y transferir los datos de conductividad a la etiqueta de RFID (188);
 - un dispositivo de medición de flujo de permeado dispuesto dentro del tubo de permeado (16, 86) y configurado para medir los datos de flujo de permeado y transferir los datos de flujo de permeado a la etiqueta de RFID (188); y
 - 30 un dispositivo de recuperación de datos configurado para recibir los datos de conductividad del permeado y los datos de flujo de permeado transmitidos por la etiqueta de RFID (188) y para calcular un valor indicativo del rendimiento de cada dispositivo de filtro de membrana (10, 11, 12) a partir de los datos.
6. El sistema de la reivindicación 5, en el que el dispositivo de medición de flujo de permeado es un caudalímetro de fluido.
- 35 7. El sistema de la reivindicación 6, en el que el caudalímetro de fluido es un caudalímetro electromagnético (90).
8. El sistema de la reivindicación 6, en el que el caudalímetro de fluido comprende un miembro rotativo.
9. El sistema de la reivindicación 6, en el que el caudalímetro de fluido comprende un calibrador de deformación.
10. El sistema de la reivindicación 6, en el que el caudalímetro de fluido comprende un caudalímetro ultrasónico.
- 40 11. El sistema de la reivindicación 5, en el que el dispositivo de medición de conductividad comprende un electrodo (14).
12. El sistema de la reivindicación 5, en el que el dispositivo de medición de conductividad comprende un dispositivo sin electrodos.
13. El sistema de la reivindicación 5, en el que al menos uno de entre el dispositivo de medición de conductividad y el dispositivo de medición de flujo de permeado es alimentado por la etiqueta de RFID (188).

14. El sistema de la reivindicación 5, en el que al menos uno de entre el dispositivo de medición de conductividad y el dispositivo de medición de flujo de permeado es alimentado por una batería (208).
15. El sistema de la reivindicación 14, en el que la batería (208) es recargable.
16. El sistema de la reivindicación 15, en el que la batería (208) es recargada por la etiqueta de RFID (188).
- 5 17. El sistema de la reivindicación 5, en el que al menos uno de entre el dispositivo de medición de conductividad y el dispositivo de medición de flujo de permeado es alimentado por una fuente de alimentación de radiofrecuencia activada externamente.
18. El sistema de la reivindicación 5, en el que el dispositivo de filtro de membrana (10, 11, 12) es un dispositivo de filtro de membrana enrollada en espiral.
- 10 19. El sistema de la reivindicación 5, en el que la etiqueta de RFID (188) almacena los datos de conductividad del permeado y los datos de flujo de permeado medidos.
20. El sistema de la reivindicación 5, en el que el valor indicativo del rendimiento del dispositivo de cada filtro de membrana (10, 11, 12) es un porcentaje del paso de sal normalizado.
- 15 21. El sistema de la reivindicación 5, en el que la etiqueta de RFID (188) está configurada para almacenar un valor precargado seleccionado de entre un número de lote, datos de producción, datos de envío, y datos de rendimiento inicial del dispositivo de filtro de membrana (10, 11, 12).
- 20 22. El sistema de la reivindicación 21, en el que el valor precargado y los datos de conductividad y de flujo de permeado son transferidos al dispositivo de recuperación de datos a través de la comunicación con la etiqueta de RFID (188), y el dispositivo de recuperación de datos está configurado para emplear el valor precargado y los datos de conductividad del permeado y los datos de flujo de permeado para calcular el valor indicativo del rendimiento del dispositivo de cada filtro de membrana (10, 11, 12).

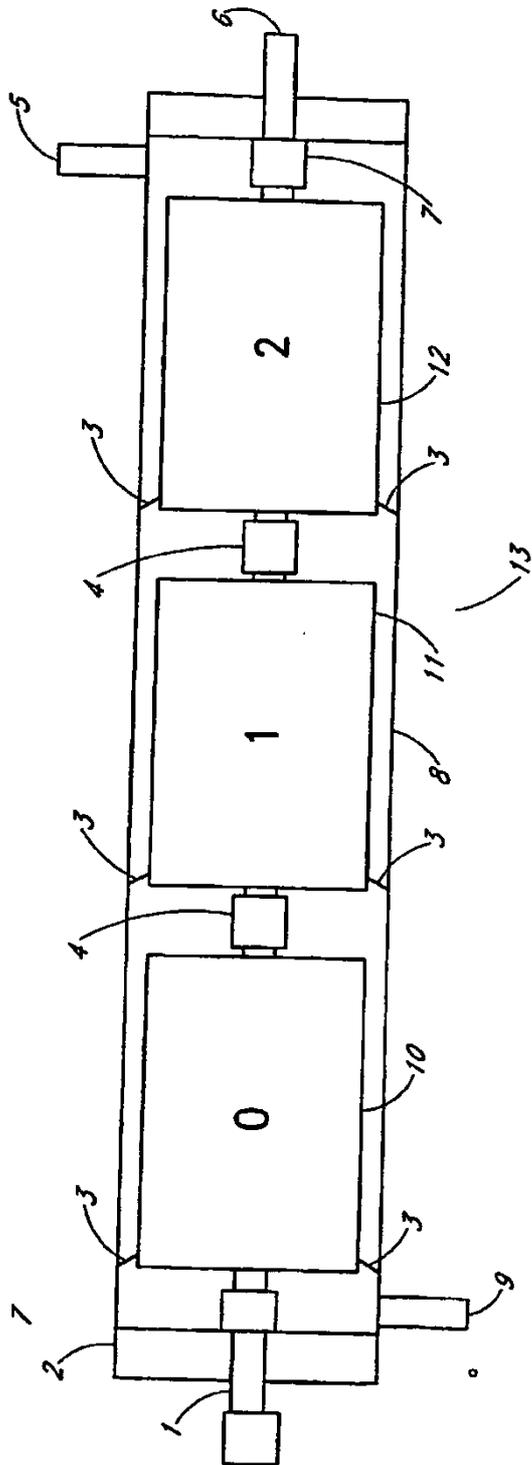


FIG. 1

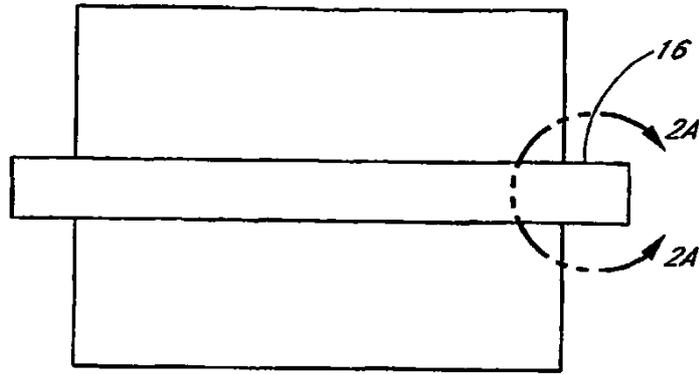


FIG. 2B

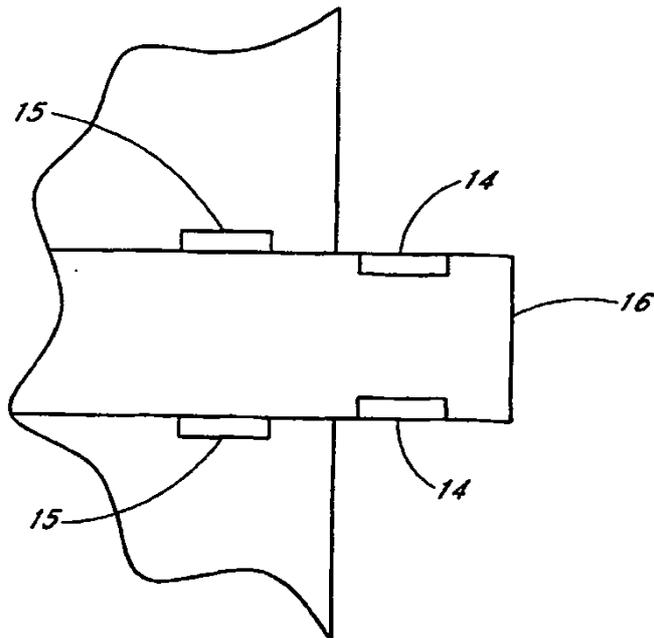


FIG. 2A

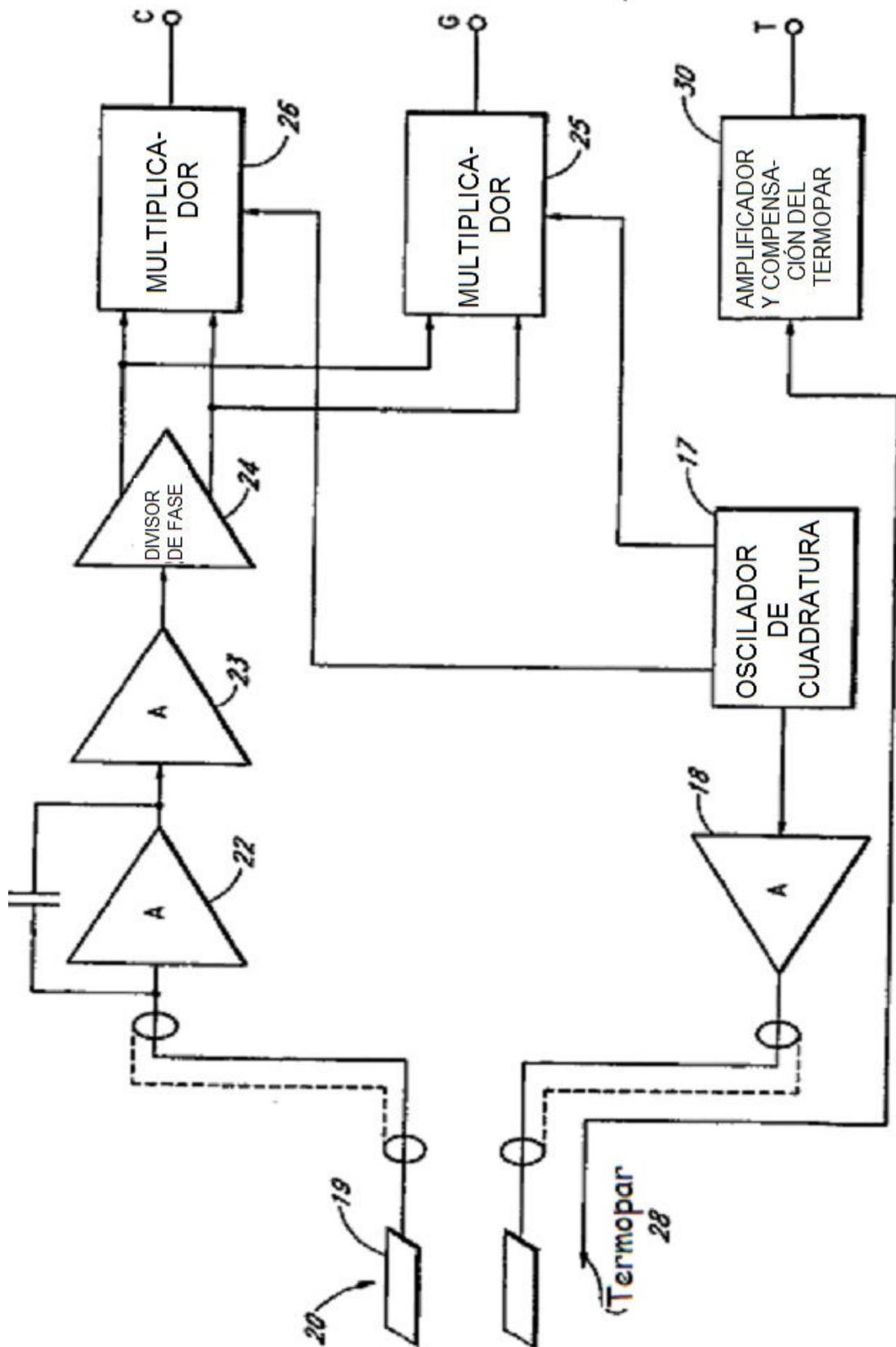


FIG. 3

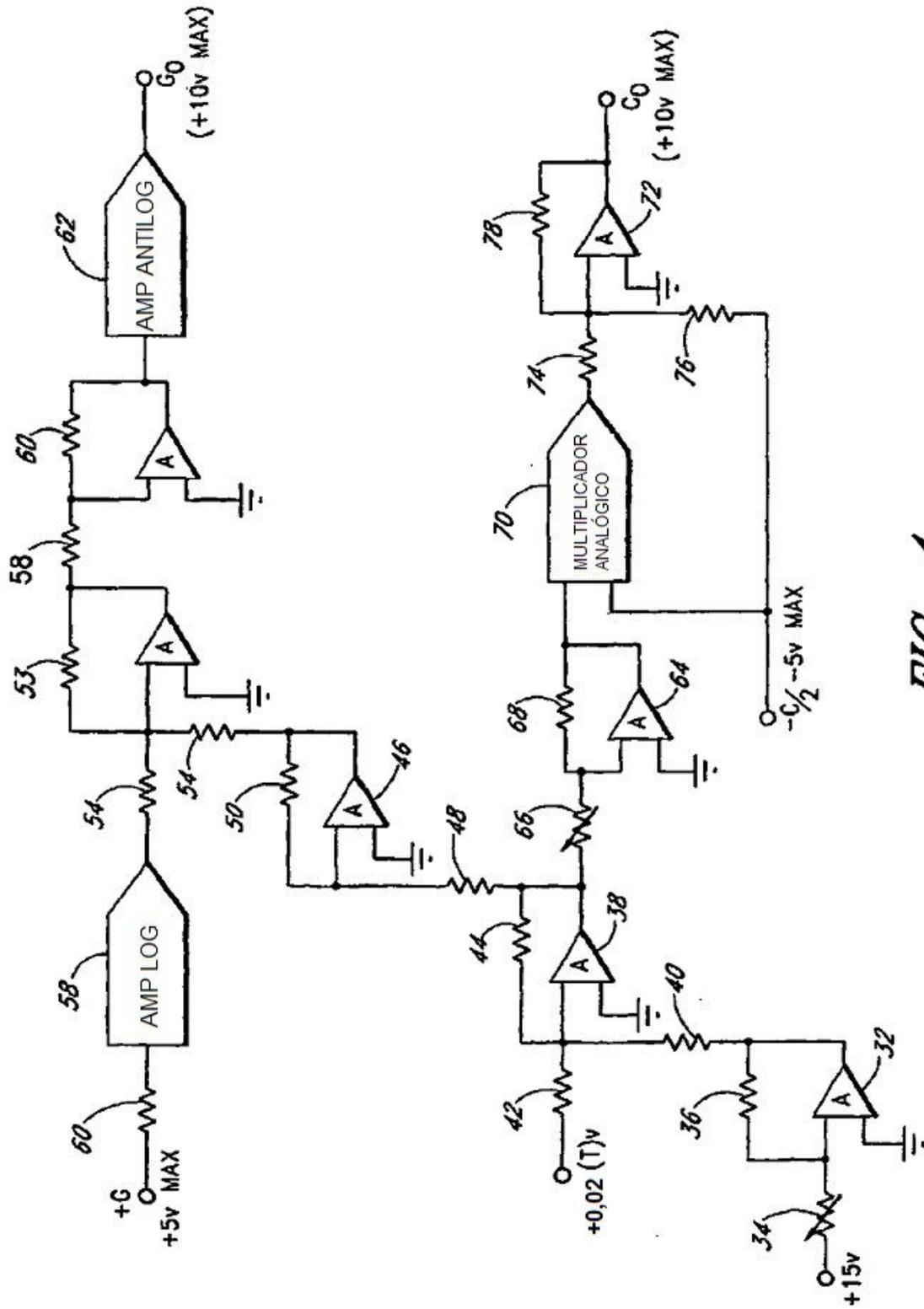


FIG. 4

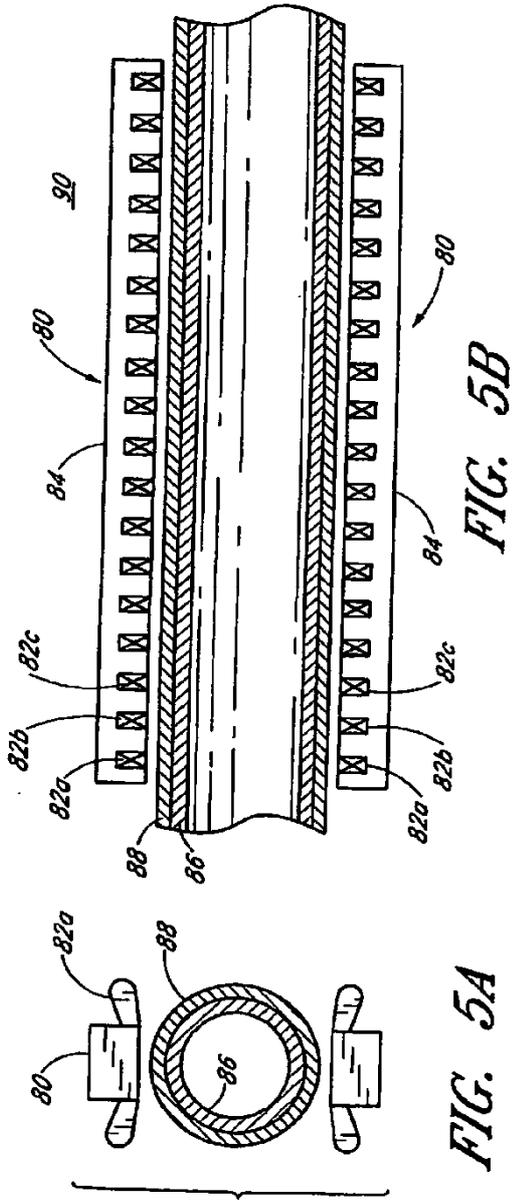


FIG. 5A

FIG. 5B

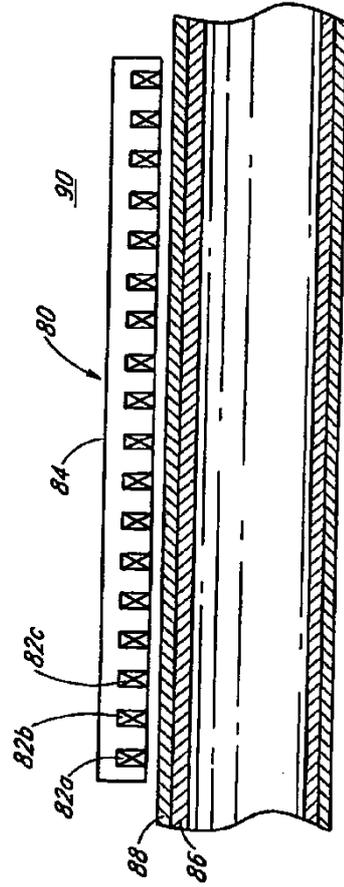


FIG. 6

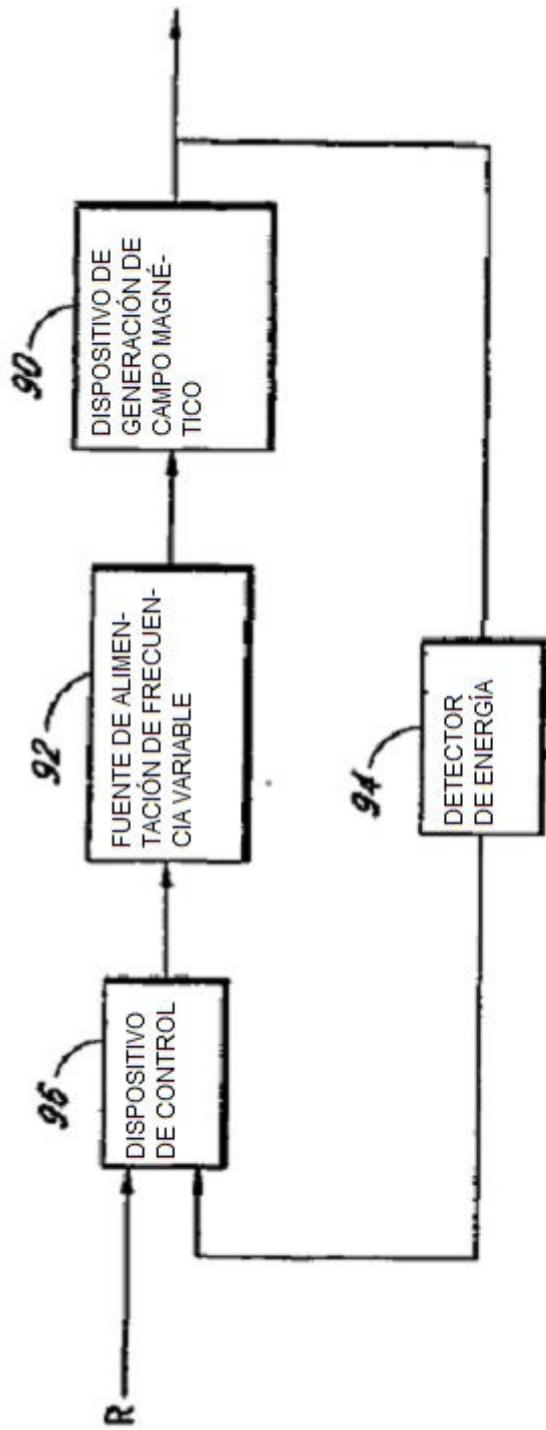


FIG. 7

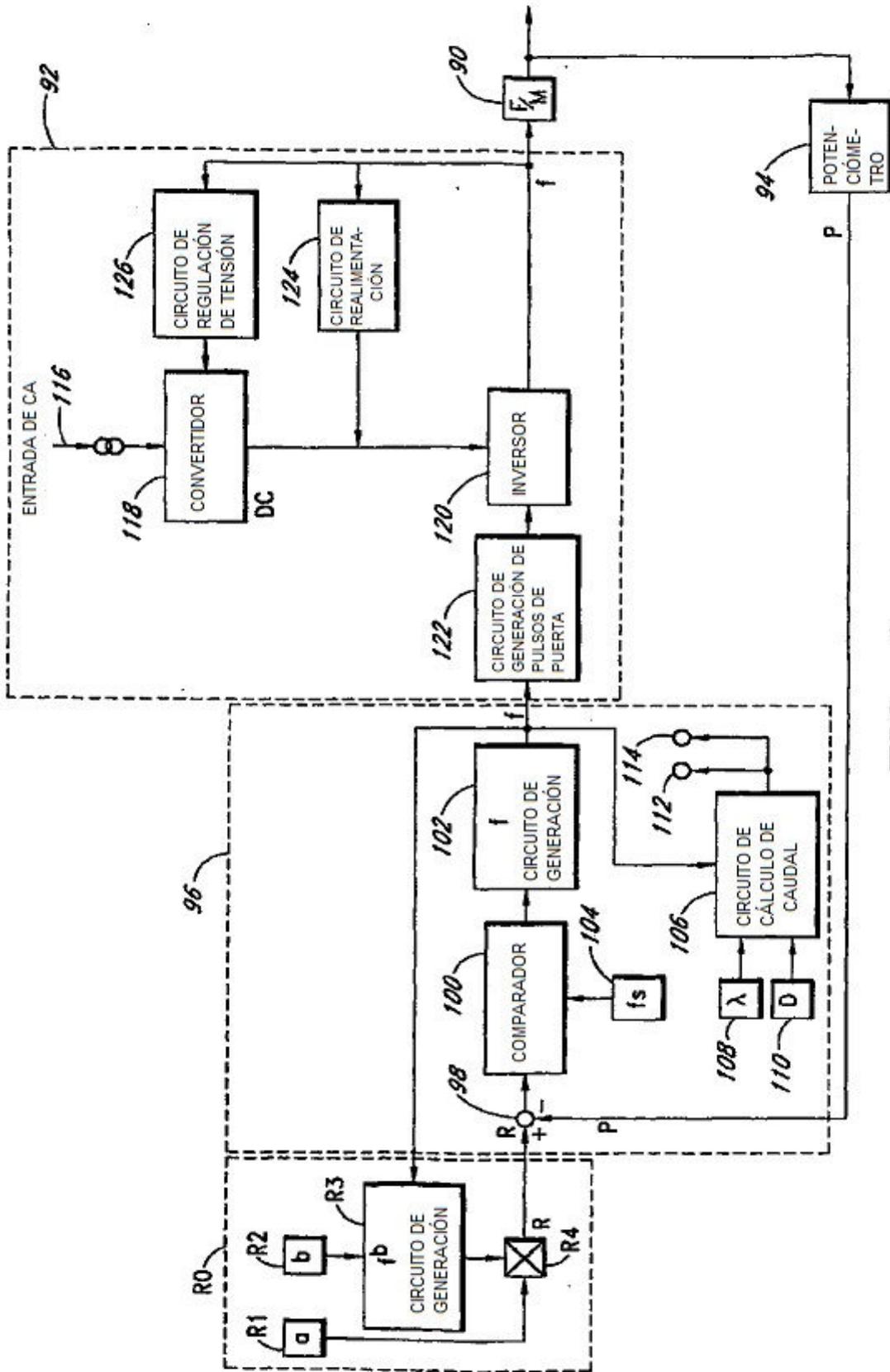


FIG. 8

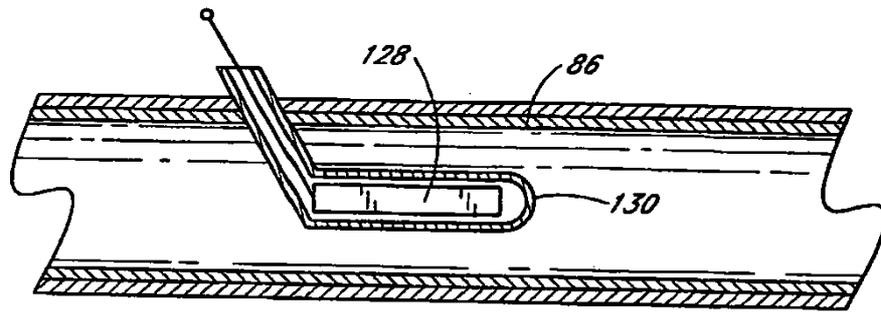


FIG. 9

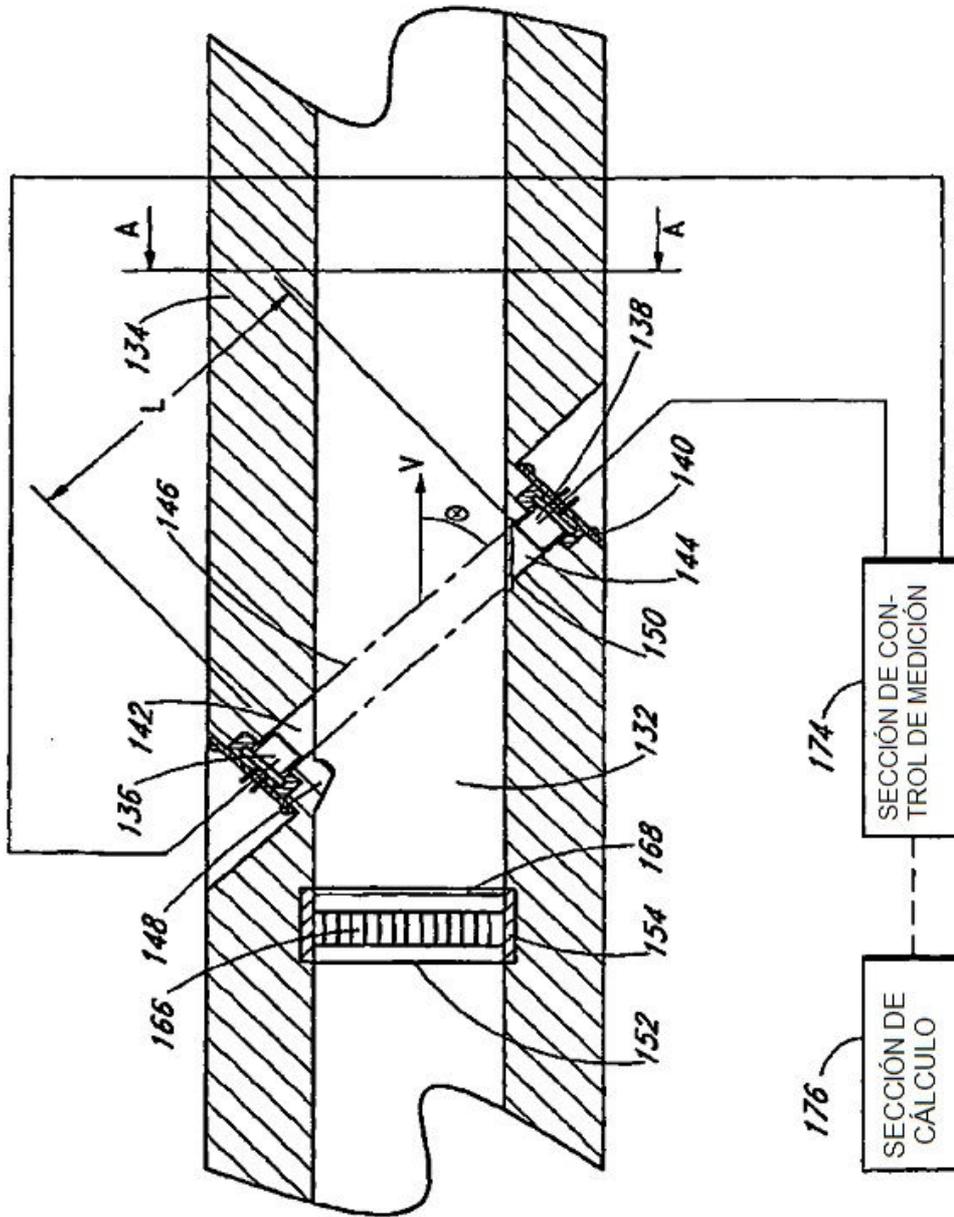


FIG. 10

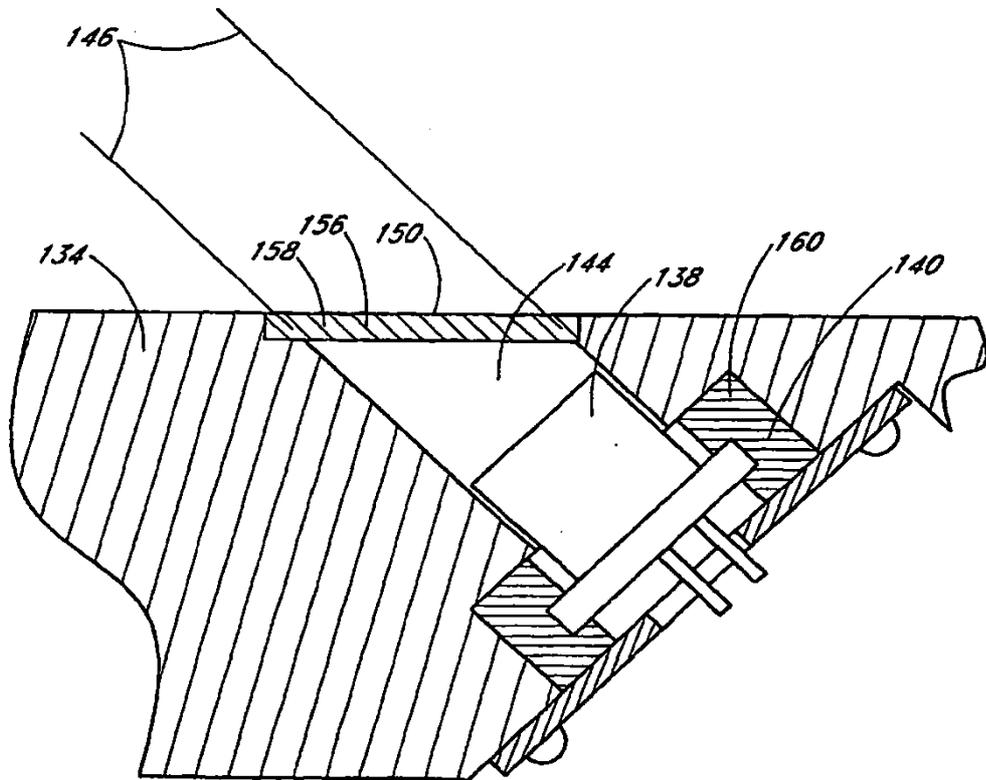


FIG. 11

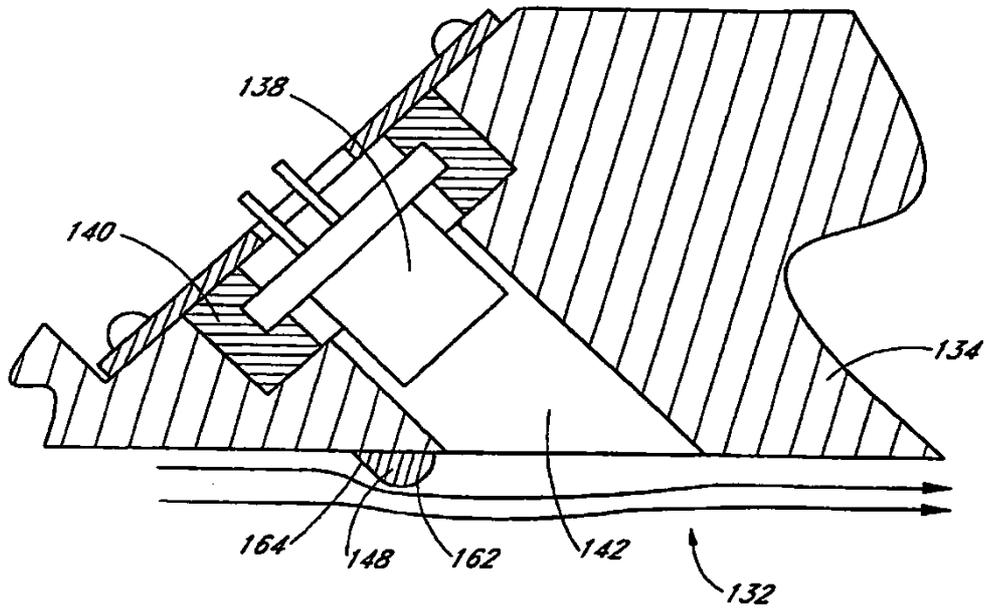


FIG. 12

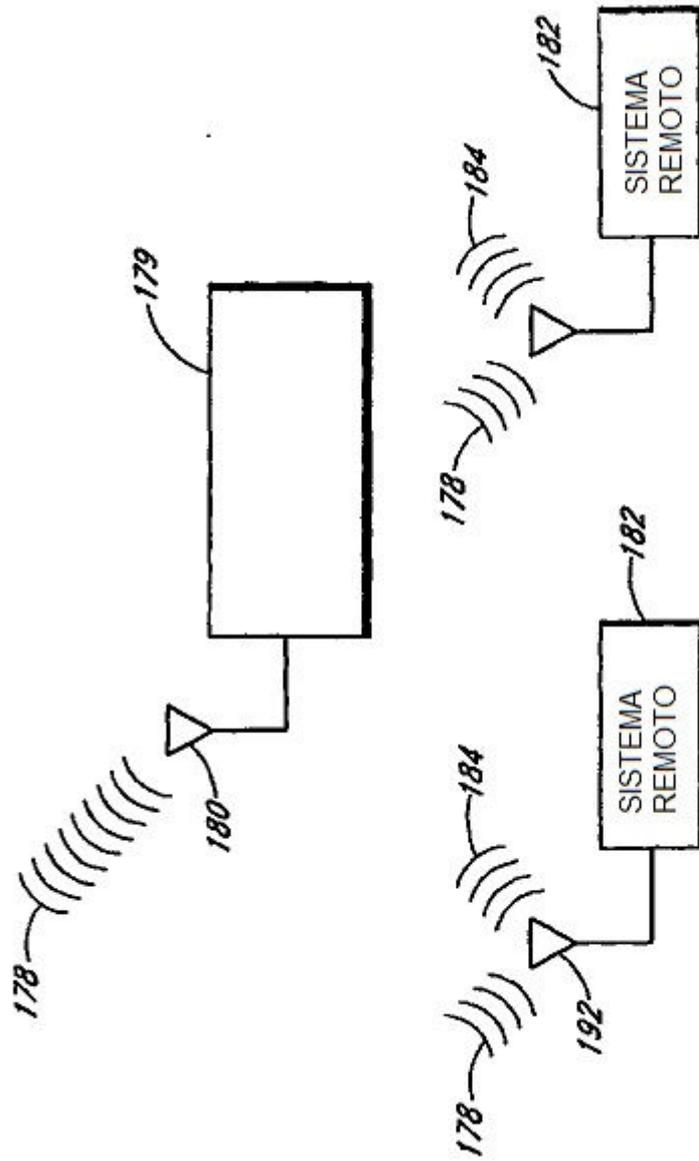


FIG. 13

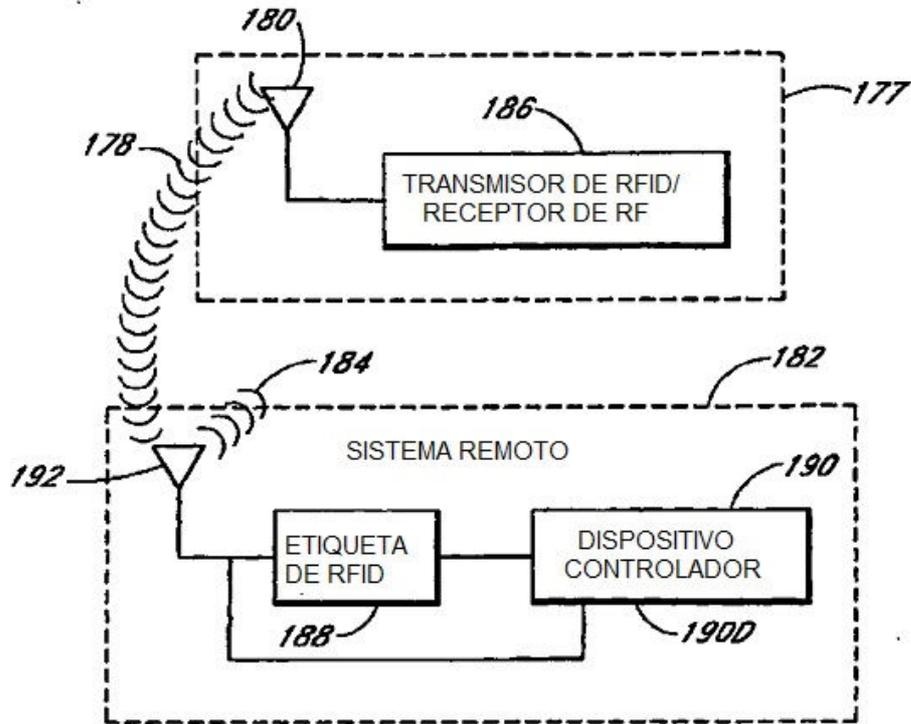


FIG. 14A

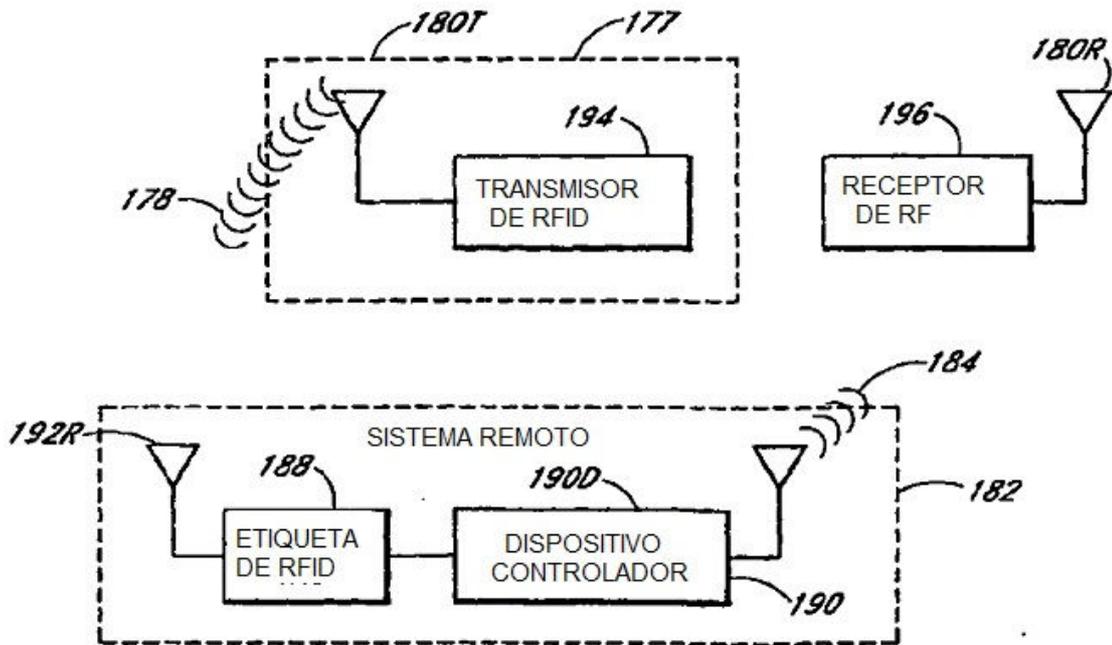


FIG. 14B

ESTADO / ENERGÍA / TIEMPO DE SISTEMA REMOTO						
ESTADO	1	2	1	2	1	2
ENERGÍA USADA	CERO	2	CERO	2	CERO	2
ENERGÍA USADA ACUMULADA	CERO	2	2	4	4	6
TIEMPO	12 HORAS	MIN	12 HORAS	MIN	12 HORAS	MIN

CLAVE: ESTADO 1 = ENERGÍA CERO (DESACTIVADO)
 ESTADO 2 = OPERATIVO CERO (CONECTADO) = 2 UNIDADES DE ENERGÍA

FIG. 14C

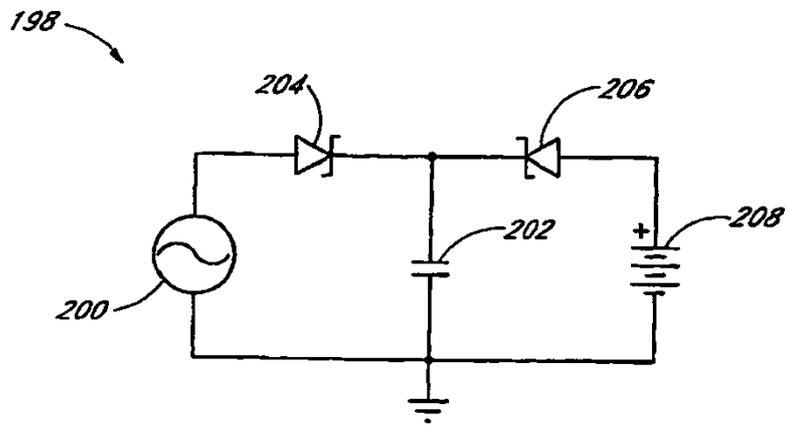


FIG. 15