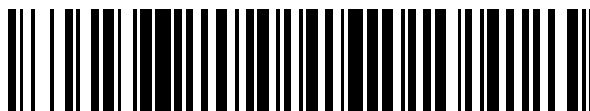


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 159**

51 Int. Cl.:

**C02F 1/44** (2006.01)  
**B01D 61/04** (2006.01)  
**B01D 61/58** (2006.01)  
**C02F 1/76** (2006.01)  
**B01D 61/10** (2006.01)  
**B01D 61/12** (2006.01)  
**B01D 61/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2010 PCT/JP2010/070393**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2011 WO11065257**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2010 E 10833104 (2)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2508481**

54 Título: **Sistema de desalado y método de desalado**

30 Prioridad:

**30.11.2009 JP 2009271847**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.07.2017**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)  
16-5, Konan 2-chome  
Minato-Ku, Tokyo 108-8215, JP**

72 Inventor/es:

**TAKEUCHI, KAZUHISA;  
ITO, YOSHIAKI;  
KAKIGAMI, HIDEMASA;  
IWAHASHI, HIDEO;  
MATSUI, KATSUNORI y  
TANAKA, KENJI**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 2 625 159 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema de desalado y método de desalado

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un aparato de desalinización y a un método de desalinización con los que es posible neutralizar fácil y eficazmente el agua sin potabilizar clorada con un agente reductor.

10 **Estado de la técnica**

En una planta de desalinización de agua marina, se emplea un aparato de desalinización de agua marina (de aquí en adelante denominado "aparato de desalinización") para obtener agua fresca a partir de agua sin potabilizar (agua marina) mediante un tratamiento de desalinización, de modo que pueda hacerse uso de agua limpia.

15 Tal aparato de desalinización está provisto de un dispositivo de pretratamiento que utiliza una membrana de OI (membrana de osmosis inversa), una membrana de UF (membrana de ultrafiltración) o una membrana de MF (membrana de microfiltración) para eliminar la materia suspendida en el agua marina, que es el agua sin potabilizar. Además, la cloración para añadir un agente de cloro (agua que contiene cloro) al agua sin potabilizar, se lleva a cabo generalmente sobre el agua sin potabilizar para realizar la esterilización, retirar las algas y eliminar la materia orgánica, el hierro, manganeso o el amoníaco. En la cloración se emplea cloro líquido, hipoclorito sódico, cloro obtenido mediante electrólisis de agua salada, o similares.

25 El agua obtenida mediante el tratamiento de cloración y filtración se somete a un tratamiento de desalinización llevado a cabo con un dispositivo de membrana de osmosis inversa que tiene una membrana de OI.

30 Dicho sea de paso, aunque es posible que no se produzcan problemas cuando la membrana de OI esté hecha de un material resistente al cloro (por ejemplo, acetato de celulosa), si el material que se emplea como membrana de OI no presenta resistencia al cloro (por ejemplo, una membrana de poliamida), es necesario neutralizar el cloro con un agente reductor en la fase anterior al procedimiento realizado con el dispositivo de membrana de osmosis inversa.

Así, por ejemplo, se emplea bisulfito de sodio como agente reductor (denominado "SBS") (véase la literatura de patentes 1 a 3).

35 Un ejemplo de un aparato de desalinización que realiza el tratamiento de cloración y neutralización convencional se ilustra en la figura 5.

40 Como se ilustra en la figura 5, un aparato de desalinización 100 convencional incluye un dispositivo de pretratamiento 13 que tiene una membrana de pretratamiento 13a que filtra la materia suspendida en el agua sin potabilizar 11 a la que se suministra agua que contiene cloro 12, un dispositivo 17 de membrana de osmosis inversa que tiene una membrana de osmosis inversa 16 (membrana OI) que elimina el contenido de sal del agua filtrada 14 suministrada desde el dispositivo de pretratamiento 13 para producir de este modo agua permeada 15, y un depósito 19 de agente reductor que suministra una solución de SBS 18 al agua filtrada 14 en un lado aguas arriba del dispositivo 17 de membrana de osmosis inversa. El aparato de desalinización 100 elimina la materia suspendida y lleva a cabo la cloración. En la figura 5, el número de referencia 20 indica el agua concentrada, 21a y 21b indican las bombas de impulso de la solución, 22 indica un conducto de agua sin potabilizar, 23 indica un conducto de agua filtrada, 24 indica un conducto de agua concentrada, y 25 indica un conducto de agua permeada.

50 Literatura de patente 1: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º H7-308671  
Literatura de patente 2: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º H7-171565  
Literatura de patente 3: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º H9-57076

El documento JP 7 308671 A D1 divulga un método de pretratamiento de agua marina en el que el agua marina se desaliniza empleando un módulo de membrana de osmosis inversa.

55 El documento JP 9 192680 A divulga un medidor de ORP para medir un valor de ORP del agua en la que se ha inyectado un agente reductor desde un depósito. La cantidad del agente reductor se determina en función del valor de ORP medido del cambio en el valor de ORP medido.

60 **Objeto de la invención**60 **PROBLEMA A RESOLVER POR LA INVENCION**

65 Dicho sea de paso, aunque es deseable determinar directamente la cantidad de cloro cuando se neutraliza el agua que contiene cloro 12 con la solución de SBS 18, puesto que un dispositivo de análisis es caro, el potencial de oxidación-reducción (ORP) del agua filtrada 14 se mide con un medidor de ORP no ilustrado para confirmar la finalización de la neutralización. Sin embargo, el valor absoluto del medidor de ORP puede variar debido a las

propiedades del agua sin potabilizar 11 (por ejemplo, el pH), el uso continuo del electrodo de ORP, la suciedad del electrodo o la variación de los factores de fabricación del propio medidor de ORP.

5 Por lo tanto, cuando se añade la solución de SBS 18 al agua filtrada 14, si, tras la adición, se mide directamente el valor absoluto de ORP del agua sin potabilizar 11 y se controla la cantidad de suministro de la solución de SBS 18 usando el valor absoluto medido como valor objetivo, la cantidad de inyección de la solución de SBS 18 puede no ser suficiente o ser excesiva debido al error mencionado anteriormente. En consecuencia, cuando la cantidad de inyección no es suficiente, la membrana de osmosis inversa 16 puede sufrir daños en la fase siguiente, y, cuando la cantidad de inyección es excesiva, los costes de funcionamiento pueden aumentar o el compuesto de sulfuro inducido por SBS puede fijarse a la membrana de osmosis inversa 16, produciéndose de este modo el taponamiento o situaciones similares.

15 En vista de los problemas anteriores, un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de desalinización y un método de desalinización con los que es posible neutralizar fácil y eficazmente el agua sin potabilizar clorada mediante el uso de un agente reductor.

#### MEDIOS PARA RESOLVER EL PROBLEMA

20 Para resolver los problemas mencionados anteriormente, los inventores de la presente invención han estudiado de manera activa y han hallado que un valor del punto de equivalencia del agente de oxidación (cloro) y del SBS, en el que el valor indicado del medidor de ORP cambia bruscamente, se mantiene estable sin verse afectado por los diferentes factores, incluso cuando existe una variabilidad individual del valor absoluto del medidor de ORP. La presente invención se realiza en función de los hallazgos anteriores. La invención se refiere a un aparato de desalinización según la reivindicación 1 y a un método de desalinización según la reivindicación 4. Según un aspecto de la presente divulgación, un aparato de desalinización incluye: un dispositivo de membrana de osmosis inversa que incluye una membrana de osmosis inversa que elimina un contenido de sal del agua sin potabilizar con agua que contiene cloro añadida, produciendo de este modo agua permeada; y un dispositivo de inyección del agente reductor que neutraliza el cloro añadido en un lado aguas arriba del dispositivo de membrana de osmosis inversa. El dispositivo de inyección del agente reductor extrae una parte del agua sin potabilizar, añade la solución del agente reductor de dosificación a la parte del agua sin potabilizar, obtiene un punto de cambio máximo de un potencial de oxidación-reducción de un agente reductor y del cloro, obtiene una concentración del aditivo de agente reductor que corresponde a un punto de equivalencia del agente reductor y del cloro, y suministra al agua sin potabilizar la solución de agente reductor que corresponde a la concentración del aditivo de agente reductor para neutralizar de este modo el cloro.

35 El aparato de desalinización puede incluir además una membrana de pretratamiento que filtra la materia suspendida en el agua sin potabilizar con agua que contiene cloro añadida.

40 En el aparato de desalinización, el dispositivo de inyección del agente reductor incluye un conducto de extracción que extrae una parte del agua filtrada; una unidad de suministro del agente reductor de dosificación que suministra la solución del agente reductor de dosificación al agua extraída que se extrae a través del conducto de extracción; y un medidor del potencial de oxidación-reducción (ORP) que mide un potencial de oxidación-reducción de mezcla con la solución añadida de agente reductor de dosificación. Mientras la solución de agente reductor de medición se suministra al agua extraída, el medidor de ORP mide un punto de equivalencia como el punto de cambio máximo del agua extraída y de la solución de agente reductor, y una unidad de procesamiento del control aritmético realiza el control de obtención de una concentración de aditivo de agente reductor que corresponde al punto de equivalencia obtenido, y calcula la cantidad de aditivo de la solución de agente reductor que ha de suministrarse al agua filtrada en el lado aguas arriba del dispositivo de membrana de osmosis inversa, de modo que corresponda con la concentración de aditivo de agente reductor que corresponde al punto de equivalencia, para suministrar la solución de agente reductor desde un depósito de agente reductor hasta el agua sin potabilizar.

55 Según otro aspecto de la presente divulgación, un método de desalinización implementado mediante el uso de un dispositivo de membrana de osmosis inversa que incluye una membrana de osmosis inversa que elimina un contenido de sal del agua sin potabilizar para producir de este modo agua permeada incluye: extraer una parte del agua sin potabilizar; añadir la solución del agente reductor de dosificación a la parte del agua sin potabilizar; obtener un punto de equivalencia como punto de cambio máximo de un potencial de oxidación-reducción de un agente reductor y del cloro; obtener la concentración de aditivo de agente reductor que corresponda al punto de equivalencia; y suministrar la solución de agente reductor, que corresponde a la concentración de aditivo de agente reductor, al agua sin potabilizar, neutralizando de este modo el agua sin potabilizar que ha de suministrarse al dispositivo de membrana de osmosis inversa.

#### EFFECTO DE LA INVENCION

65 Según la presente invención, cuando el agua sin potabilizar clorada se neutraliza usando el agente reductor, una parte del agua filtrada se extrae para medir de manera separada el ORP, y la cantidad de suministro de la solución de SBS que ha de suministrarse al agua sin potabilizar puede optimizarse en función de la información de

neutralización en el punto de equivalencia. Por lo tanto, la neutralización puede realizarse de manera segura y eficaz.

### Descripción de las figuras

- 5 La figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato de desalinización según una realización.  
 La figura 2 es un diagrama esquemático de un dispositivo de inyección del agente reductor según la realización.  
 La figura 3 es un diagrama de relación entre la concentración (mol/l) de SBS de referencia del agua de muestra y un valor de medición del ORP (mV).  
 10 la figura 4 es un diagrama de relación de un valor del ORP y la proporción molar de SBS/ClO cuando cambia el pH del agua sin potabilizar.  
 La figura 5 es un diagrama esquemático de un aparato de desalinización según la tecnología convencional.

### MEJOR(ES) MODO(S) DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

- 15 Las realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención se describirán con detalle a continuación haciendo referencia a los dibujos que acompañan. La presente invención no está limitada por las realizaciones. Los elementos constituyentes de las realizaciones incluyen elementos que pueden ser concebidos fácilmente por un experto en la materia, o elementos que son sustancialmente similares a los mismos.

### Descripción detallada de la invención

- 20 Se describirá haciendo referencia a los dibujos un aparato de desalinización según una realización de la presente invención. La figura 1 es un diagrama esquemático del aparato de desalinización según la realización. Los componentes idénticos a aquellos del aparato de desalinización descrito relacionado con la tecnología convencional se indican con iguales números de referencia, y la explicación de los mismos no se repetirá.

- 30 Como se ilustra en la figura 1, un aparato de desalinización 10 según la realización incluye el dispositivo de pretratamiento 13 que tiene la membrana de pretratamiento 13a que filtra la materia suspendida en el agua sin potabilizar 11 con el agua que contiene cloro 12 añadida, el dispositivo 17 de membrana de osmosis inversa que tiene la membrana de osmosis inversa 16 (membrana OI) que elimina el contenido de sal del agua filtrada 14 suministrada desde el dispositivo de pretratamiento 13 para producir de este modo el agua permeada 15, y un dispositivo 30 de inyección del agente reductor que neutraliza el color añadido en un lado aguas arriba del dispositivo 17 de membrana de osmosis inversa. El dispositivo 30 de inyección del agente reductor extrae una parte 14a del agua filtrada 14, añade a la parte la solución de SBS 18 (véase la figura 2) como agente reductor de dosificación, obtiene un punto de cambio máximo (el punto de equivalencia) del potencial de oxidación-reducción del agente reductor y del cloro, obtiene una concentración de aditivo del agente reductor (Csm) que corresponde al punto de equivalencia, y suministra la solución de SBS 18 como el agente reductor que corresponde a la concentración del agua filtrada 14 usando un controlador de flujo 39 para neutralizar de este modo el cloro.

- 40 Según la presente invención, se describe un ejemplo en el que el dispositivo de pretratamiento 13 que tiene la membrana de pretratamiento 13a está instalado para filtrar la materia suspendida en el agua sin potabilizar 11 con el agua que contiene cloro 12 añadida. Sin embargo, la presente invención no se limita a este ejemplo, y es posible decidir no instalar el dispositivo de pretratamiento 13.

- 45 La figura 2 ilustra un ejemplo del dispositivo de inyección del agente reductor según la realización.

- 50 Como se ilustra en la figura 2, el dispositivo 30 de inyección del agente reductor según la realización incluye un conducto de extracción 31 que extrae el agua parcialmente extraída 14a del agua filtrada 14 que fluye a través del conducto 23 de agua filtrada desde el dispositivo de pretratamiento (no ilustrado) como agua de muestra, un depósito 32 de suministro de SBS de dosificación como una unidad de suministro de agente reductor de dosificación que suministra la solución de SBS 18a como solución de agente reductor de dosificación al agua parcialmente extraída 14a que se ha extraído, y un medidor 33 de potencial de oxidación-reducción (ORP) que incluye un electrodo 33a y una unidad de medición 33b y mide el potencial de oxidación-reducción de la mezcla 14b con la solución de SBS de dosificación 18a.

- 60 Mientras que se añade la solución de SBS de dosificación 18a al agua parcialmente extraída 14a, el medidor 33 de ORP obtiene el punto de equivalencia como el punto de cambio máximo de la solución de SBS de dosificación y del agua parcialmente extraída. Además, un dispositivo aritmético 34 realiza el procesamiento de control aritmético para obtener la concentración de aditivo del agente reductor (Csm) de la solución de SBS de dosificación 18a que corresponde al punto de equivalencia obtenido, y calcula la cantidad de aditivo de la solución de SBS 18 que ha de suministrarse al agua filtrada 14 en el lado aguas arriba del dispositivo 17 de membrana de osmosis inversa, de modo que corresponda con la concentración de aditivo de agente reductor (Csm), para realizar el control de regulación del flujo y suministrar la solución de SBS 18 desde el depósito 19 de agente reductor hasta el agua filtrada 14.

En la figura 2, el número de referencia 35 indica una bomba de dosificación que suministra el agua parcialmente extraída 14a a la unidad de medición 33b, el número 36 indica una bomba de dosificación variable de flujo que suministra la solución de SBS de dosificación 18a, el número 37 indica un secuenciador, el número 38 indica una válvula de control que controla la cantidad de suministro de la solución de SBS 18, el número 39 indica el controlador de flujo, y el número 46 indica el agua descargada.

Como se ilustra en la figura 2, debido a que el agua filtrada 14 sometida al pretratamiento mediante el dispositivo de pretratamiento 13 contiene cloro, se suministra continuamente el agua parcialmente extraída 14a del agua filtrada 14 que contiene el agua que contiene cloro 12 como muestra de agua a la unidad de medición 33b del medidor 33 del potencial de oxidación-reducción (ORP) mediante la bomba 35 de dosificación.

La bomba 36 de dosificación de flujo variable que ha recibido una señal desde el secuenciador 37 suministra y mezcla en una pauta determinada la solución de SBS de dosificación 18a con el agua parcialmente extraída 14a como agua de muestra, mientras cambia el caudal de suministro.

Posteriormente, la unidad de medición 33b mide el potencial de oxidación-reducción (ORP) de la mezcla 14b, y el dispositivo aritmético 34 ejecuta una función aritmética para obtener el punto de cambio máximo (el punto de equivalencia) del potencial de oxidación-reducción del agente reductor y del cloro en función de las señales del medidor 33 de ORP y el secuenciador 37, para así obtener la concentración de aditivo de agente reductor (Csm) que corresponde al punto de equivalencia, calculado el caudal de suministro de la solución de SBS 18 que corresponde a la concentración, y transmitir una señal para la regulación del flujo a la válvula de control 38.

En la operación anteriormente mencionada, la concentración de SBS de referencia (Cs) que ha de proporcionarse a la unidad de medición 33b del medidor 33 de ORP puede calcularse mediante la Ecuación (1).

Además, el caudal (F3) de la solución de SBS 18 que ha de añadirse al agua filtrada 14 suministrada al dispositivo 17 de membrana de osmosis inversa puede calcularse mediante la Ecuación (2), de modo que corresponda con la concentración de aditivo de agente reductor (Csm) a la que el cambio del valor de ORP con el cambio del SBS de referencia (Cs) es el mayor.

$$Cs=(F1xC1)/F2 \quad (1)$$

donde

Cs: concentración de SBS de referencia del agua de muestra (mol/l)  
 C1: concentración de la solución de SBS de dosificación (mol/l)  
 F1: caudal de la solución de SBS de dosificación (l/h)  
 F2: caudal del agua de muestra (l/h).

$$F3=(F4xCsm)/C3 \quad (2)$$

donde

F3: caudal de suministro (l/h) de la solución de SBS 18  
 F4: caudal del agua de muestra de OI (l/h)  
 C3: concentración de la solución de SBS (mol/l)  
 Csm: concentración del aditivo de agente reductor (mol/l) que corresponde al punto de equivalencia.

A continuación se describirán los contenidos del cálculo mediante el dispositivo aritmético 34 y los contenidos de la salida al controlador de flujo 39.

1) la solución de SBS de dosificación 18a se añade a y se mezcla con el agua de muestra 14a a un caudal constante mientras cambia el caudal de suministro. El electrodo 33a de la unidad de medición 33b mide el potencial de oxidación-reducción (ORP) de la mezcla 14b tras el mezclado. El medidor 33 de ORP obtiene el resultado de la medición. En este momento, el caudal de suministro de la solución de SBS de dosificación 18a cambia modificando el caudal de la bomba 36 de dosificación de flujo variable en función de una señal del secuenciador 37 en el que hay programada previamente una pauta de cambio.

2) La pauta de cambio se forma de modo que el caudal de suministro cambia de una manera progresiva, por lo que la cantidad de suministro de la solución de SBS de dosificación 18a se mantiene durante un determinado periodo de tiempo teniendo en cuenta el tiempo de retención de la solución que fluye desde la bomba 36 de dosificación de flujo variable hasta la unidad de medición 33b, y el retraso en la detección por parte del electrodo 33a.

3) La señal de caudal de suministro para la solución de SBS de dosificación 18a, que se transmite gracias al secuenciador 37, también se transmite hasta el dispositivo aritmético 34 simultáneamente. En consecuencia, el dispositivo aritmético 34 obtiene la relación entre el valor de la señal de ORP del medidor 33 de ORP y la concentración de SBS de referencia del agua de muestra.

La figura 3 es un diagrama de relación entre la concentración (mol/l) de SBS de referencia del agua de muestra y

un valor de medición del ORP (mV). La proporción molar de SBS/CIO también se indica en el eje horizontal en el nivel superior de la figura 3.

Como se ilustra en la figura 3, la concentración de SBS de referencia del agua de muestra (Cs) que ha de proporcionarse a la unidad de medición 33b se calcula mediante la Ecuación (1) descrita anteriormente y se indica en el eje horizontal, y el valor de ORP detectado se indica en el eje vertical, de modo que se traza la relación entre los mismos.

En la Ecuación (1) descrita anteriormente, las variables C1 y F2 se introducen en el dispositivo aritmético 34 con antelación, y F1 se introduce automáticamente desde el secuenciador 37 de conformidad con el cambio en el caudal de suministro.

4) Posteriormente, en función de la relación ilustrada en la figura 3, el dispositivo aritmético 34 obtiene la concentración de equivalencia de SBS de referencia de la muestra de agua en la que el cambio en el ORP con el cambio en la concentración de SBS es mayor. Esta concentración es la concentración del aditivo de agente reductor (Csm) que corresponde al punto de equivalencia.

Esta concentración puede obtenerse automáticamente diferenciando la curva suavizada que conecta los valores de medición con respecto a la concentración de SBS (Cs).

5) Así mismo, el dispositivo aritmético 34 calcula, mediante la Ecuación (2), el caudal (F3) de la solución de SBS 18 que ha de suministrarse a la aguas arriba del dispositivo 17 de membrana de osmosis inversa, de modo que corresponda con la concentración de aditivo de agente reductor (Csm) que corresponde al punto de equivalencia, y se transmite una señal correspondiente al controlador de flujo 39.

En la Ecuación (2), las variables F3 y F4 se introducen previamente en el dispositivo aritmético 34.

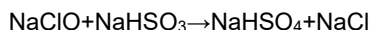
6) Cuando se tiene en cuenta un error de detección o similar de cada equipo, es posible transmitir al controlador de flujo 39 una señal que corresponde a F3 calculada sustituyendo (Csm+α) por la concentración de aditivo del agente reductor (Csm) que corresponde al punto de equivalencia en la Ecuación (2). En este caso, el valor α se determina apropiadamente como un valor de ajuste en función de las especificaciones de los equipos y un valor de medición usando agua marina real.

La señal transmitida desde el dispositivo aritmético 34 hasta el controlador de flujo 39 se transmite cada vez que se completa una serie de etapas 1) a 5), y el intervalo de transmisión de dicha señal se configura con antelación.

Convencionalmente, el valor absoluto del ORP varía debido a las propiedades del agua marina (por ejemplo, el pH), la suciedad en el electrodo de ORP, o a una gran diferencia del propio sensor de ORP. Por lo tanto, cuando se añade la solución de SBS, si el valor absoluto del ORP del agua filtrada tras la adición se mide directamente y la cantidad de suministro del SBS se controla usando el valor absoluto medido como valor objetivo, la cantidad de inyección de SBS puede no ser suficiente o excesiva debido al error mencionado anteriormente. Cuando la cantidad de inyección no es suficiente, la membrana de OI puede sufrir daños en la fase siguiente, y, cuando la cantidad de inyección es excesiva, los costes de funcionamiento pueden aumentar o el compuesto de sulfuro inducido por SBS puede fijarse, produciéndose de este modo el taponamiento.

Por otro lado, según la presente invención, se halla que 1) el valor de ORP cambia bruscamente en el punto de equivalencia del cloro y de la solución de SBS como agente reductor, y que 2) el punto de equivalencia se mantiene estable sin verse afectado por los factores variables convencionales tales como las propiedades del agua marina, la suciedad en el electrodo de ORP y por el propio electrodo de ORP. Con estos hallazgos se realiza la presente invención.

Es decir, cuando la solución de hipoclorito sódico (NaClO) se usa por ejemplo como el agua que contiene cloro 12, la reacción de oxidación-reducción con la solución de SBS (NaHSO<sub>3</sub>) está representada por la siguiente fórmula.



Con esta fórmula de reacción, el punto de equivalencia se convierte en tal que NaClO/NaHSO<sub>3</sub>=1(mol/mol), en el que el cambio en el ORP es el mayor.

La concentración de aditivo de agente reductor ((Csm), denominado "concentración de aditivo de agente reductor") que corresponde al punto de equivalencia en el que el cambio en el ORP es el mayor, se obtiene cambiando la cantidad de NaHSO<sub>3</sub> que ha de añadirse al agua de muestra 14a que contiene NaClO, por lo que se obtiene la concentración equivalente.

El caudal de suministro de la solución de SBS 18 que ha de suministrarse al agua filtrada 14 como agua de suministro de OI se calcula mediante la Ecuación (2) descrita anteriormente, de modo que corresponda con la concentración de aditivo de agente reductor (Csm) que corresponde al punto de equivalencia, de manera que se ajusta el caudal de suministro de SBS.

Según la presente invención, el SBS puede inyectarse de manera estable sin exceso y deficiencia, de modo que los problemas generados por el exceso o la deficiencia de la cantidad de inyección pueden solucionarse, permitiendo controlar de manera estable el suministro de SBS.

La presente invención no está limitada al agua marina aplicada como el agua sin potabilizar 11, y puede aplicarse salmuera, tal como agua de río o agua subterránea.

- 5 Además, cualquier compuesto de cloruro que contenga cloro eficaz, tal como una solución de ácido hipocloroso, ácido clórico, o gas cloro puede aplicarse como el agua que contiene cloro 12 según la presente invención.

[Ejemplo de prueba]

- 10 A continuación, se describirá un ejemplo de prueba para explicar las ventajas de la presente invención. La figura 4 es un diagrama de relación del valor del ORP y de la proporción molar de SBS/CIO cuando cambia el pH del agua sin potabilizar.

En la presente prueba, se utilizan tres valores de pH diferentes (pH=6,0, pH=6,5 y pH=7,0).

- 15 Como se ilustra en la figura 4, incluso cuando el pH cambia (pH=6,0, pH=6,5 y pH=7,0), la concentración del aditivo de agente reductor (Csm) que corresponde al punto de equivalencia en el que el cambio en el ORP es el mayor, es aproximadamente idéntica. En consecuencia, se confirma que el agente reductor puede añadirse de manera segura.

- 20 De esta manera, debido a que el SBS como agente reductor puede inyectarse de manera estable sin exceso y deficiencia, los problemas generados con la tecnología convencional por el exceso o deficiencia de la cantidad de inyección pueden solucionarse, permitiendo controlar de manera estable el suministro de SBS.

#### **Aplicabilidad industrial**

- 25 Como se ha descrito anteriormente, según el aparato de desalinización de la presente invención, es posible neutralizar fácil y eficazmente el agua sin potabilizar clorada usando un agente reductor.

#### **EXPLICACIÓN DE LAS LETRAS O NÚMEROS**

10, 100	aparato de desalinización
11	agua sin potabilizar
13a	membrana de pretratamiento
13	dispositivo de pretratamiento
14	agua filtrada
15	agua permeada
16	membrana de osmosis inversa
17	dispositivo de membrana de osmosis inversa
18	solución de SBS
19	depósito de agente reductor
30	dispositivo de inyección del agente reductor

30

## REIVINDICACIONES

## 1. Un aparato de desalinización (10) que comprende:

5 un conducto (23) para que fluya agua sin potabilizar (14) con agua que contiene cloro añadida;  
 un conducto de extracción (31) para extraer una parte del agua sin potabilizar (14) desde la posición de  
 extracción del conducto (23) como agua extraída (14a);  
 un depósito (19) de agente reductor para añadir una solución de agente reductor (18) al conducto (23) aguas  
 10 abajo de la posición de extracción de modo que se neutralice el cloro del agua sin potabilizar (14);  
 una válvula de control (38) proporcionada entre el conducto (23) y el depósito (19) de agente reductor, para  
 controlar una cantidad de aditivo de la solución de agente reductor (18) en respuesta a una señal de regulación  
 de flujo de un controlador de flujo (39);  
 un dispositivo (17) de membrana de osmosis inversa que incluye una membrana de osmosis inversa (16)  
 15 configurada para eliminar un contenido de sal del agua sin potabilizar (14) para producir de este modo agua  
 permeada (15), estando proporcionado el dispositivo (17) de membrana de osmosis inversa aguas abajo de una  
 posición de suministro de la solución de agente reductor (18);  
 un depósito (32) de suministro de agente reductor de dosificación configurado para suministrar una solución de  
 agente reductor de dosificación (18a) al conducto de extracción (31);  
 un secuenciador (37) configurado para suministrar una señal de suministro del agente reductor de dosificación  
 20 que tiene una pauta de cambio;  
 una bomba (36) de dosificación de flujo variable proporcionada entre el conducto de extracción (31) y el depósito  
 (32) de suministro agente reductor de dosificación, para cambiar un caudal de suministro de la solución de  
 agente reductor de dosificación (18a) en respuesta a la señal de suministro del agente reductor de dosificación;  
 un medidor (33) de potencial de oxidación-reducción (ORP) configurado para medir un potencial de oxidación-  
 25 reducción del agua extraída (14a) del conducto de extracción (31) aguas abajo de una posición de suministro de  
 la solución de agente reductor de dosificación (18a) y para producir una señal de potencial de oxidación-  
 reducción; y  
 un dispositivo aritmético (34) configurado para:

30 recibir la señal de suministro del agente reductor de dosificación y la señal de potencial de oxidación-  
 reducción,  
 en función de la señal de suministro del agente reductor de dosificación y de la señal del potencial de  
 oxidación-reducción, obtener un punto de equivalencia que sea un punto de cambio máximo del potencial de  
 oxidación-reducción de la solución de agente reductor de dosificación (18a) y del cloro del agua extraída  
 35 (14a);  
 obtener una concentración de aditivo de agente reductor (Csm) que corresponda al punto de equivalencia;  
 obtener la cantidad de aditivo de la solución de agente reductor (18) que corresponda a la concentración de  
 aditivo de agente reductor (Csm); y  
 40 enviar la señal de regulación del flujo a través del controlador de flujo (39) hacia la válvula de control (38).

2. El aparato de desalinización (10) según la reivindicación 1, que comprende además una membrana de  
 pretratamiento (13a) que filtra la materia suspendida en el agua sin potabilizar con el agua que contiene cloro  
 añadida.

45 3. El aparato de desalinización (10) según la reivindicación 1, en el que la pauta de cambio de la señal de suministro  
 del agente reductor de dosificación está configurada de modo que el caudal de suministro de la solución de agente  
 reductor de dosificación (18a) se cambia de manera progresiva.

50 4. Un método de desalinización para desalinizar agua clorada implementado mediante el uso de un dispositivo (17)  
 de membrana de osmosis inversa que incluye una membrana de osmosis inversa (16) que elimina un contenido  
 de sal del agua sin potabilizar para producir de este modo agua permeada, proporcionándose el dispositivo (17) de  
 membrana de osmosis inversa en un conducto (23) para que fluya el agua sin potabilizar (14) con agua que contiene  
 cloro añadida, y suministrando aguas arriba del dispositivo (17) de membrana de osmosis inversa una solución de  
 agente reductor (18) al conducto (23), de modo que se neutraliza el cloro del agua sin potabilizar, estando el método  
 55 de desalinización **caracterizado por que** comprende:

extraer una parte del agua sin potabilizar del conducto (23) como agua extraída (14a) aguas arriba de la posición  
 de suministro de la solución de agente reductor (18);  
 60 suministrar una señal de suministro del agente reductor de dosificación que tiene una pauta de cambio;  
 cambiar un caudal de suministro de la solución de agente reductor de dosificación (18a) en respuesta a la señal  
 de suministro del agente reductor de dosificación;  
 medir un potencial de oxidación-reducción del agua extraída (14a) y producir una señal de potencial de  
 oxidación-reducción;  
 65 recibir la señal de suministro del agente reductor de dosificación y la señal de potencial de oxidación-reducción,  
 en función de la señal de suministro del agente reductor de dosificación y de la señal del potencial de oxidación-  
 reducción, obtener un punto de equivalencia que sea un punto de cambio máximo del potencial de oxidación-



- reducción de la solución de agente reductor de dosificación (18a) y del cloro del agua extraída (14a);  
obtener una concentración de aditivo de agente reductor (Csm) que corresponda al punto de equivalencia;  
obtener la cantidad de aditivo de la solución de agente reductor (18) que corresponda a la concentración de aditivo de agente reductor (Csm);
- 5 enviar la señal de regulación del flujo hacia la válvula de control (38)  
y controlar una cantidad de aditivo de la solución de agente reductor en respuesta a una señal de regulación de flujo;  
eliminar un contenido de sal del agua sin potabilizar aguas abajo de una posición de suministro de la solución de agente reductor y producir agua permeada.
- 10 5. El método de desalinización según la reivindicación 4, en el que la pauta de cambio de la señal de suministro del agente reductor de dosificación está configurada de modo que el caudal de suministro de la solución de agente reductor de dosificación (18a) se cambia de manera progresiva.

FIG.1

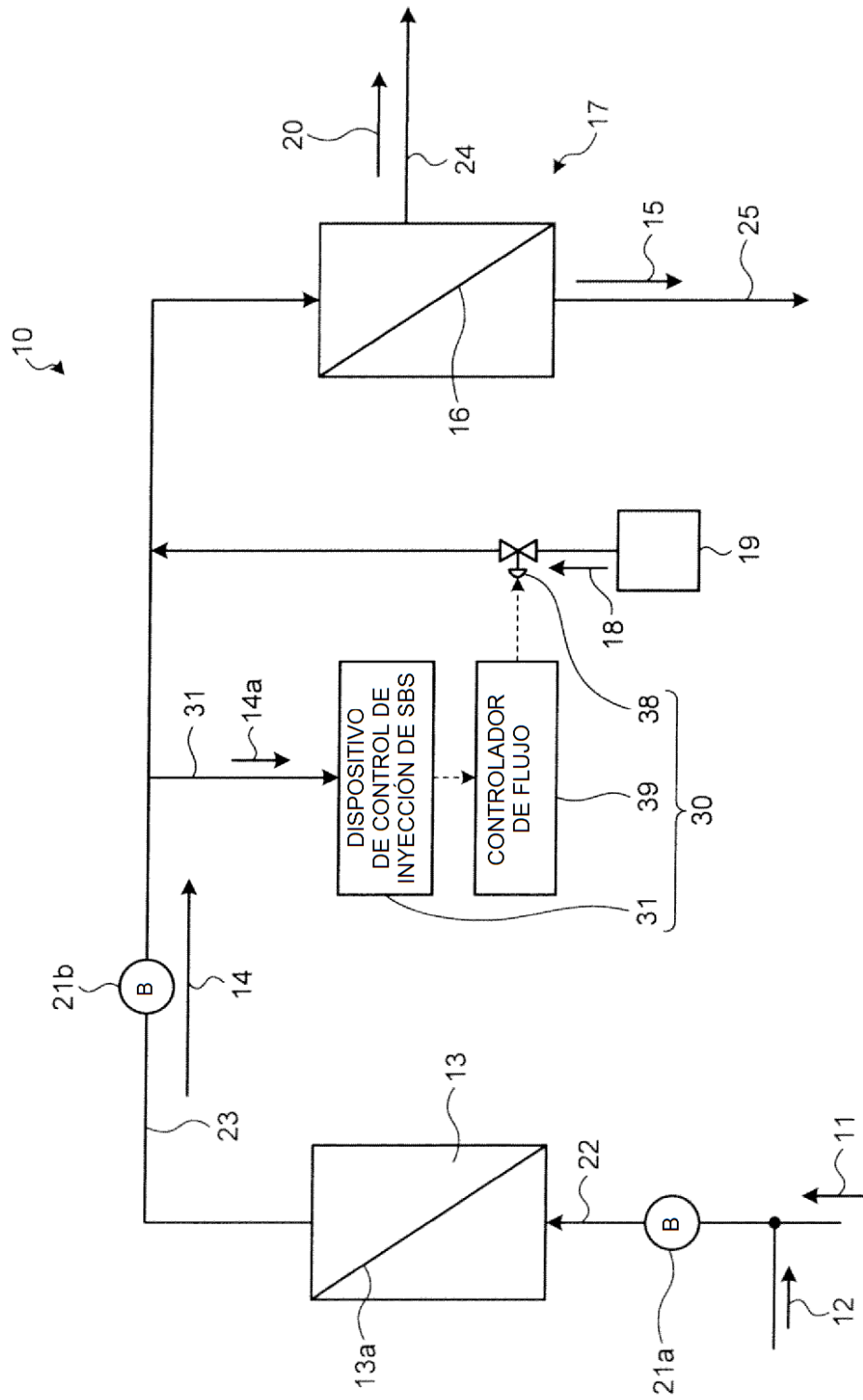


FIG.2

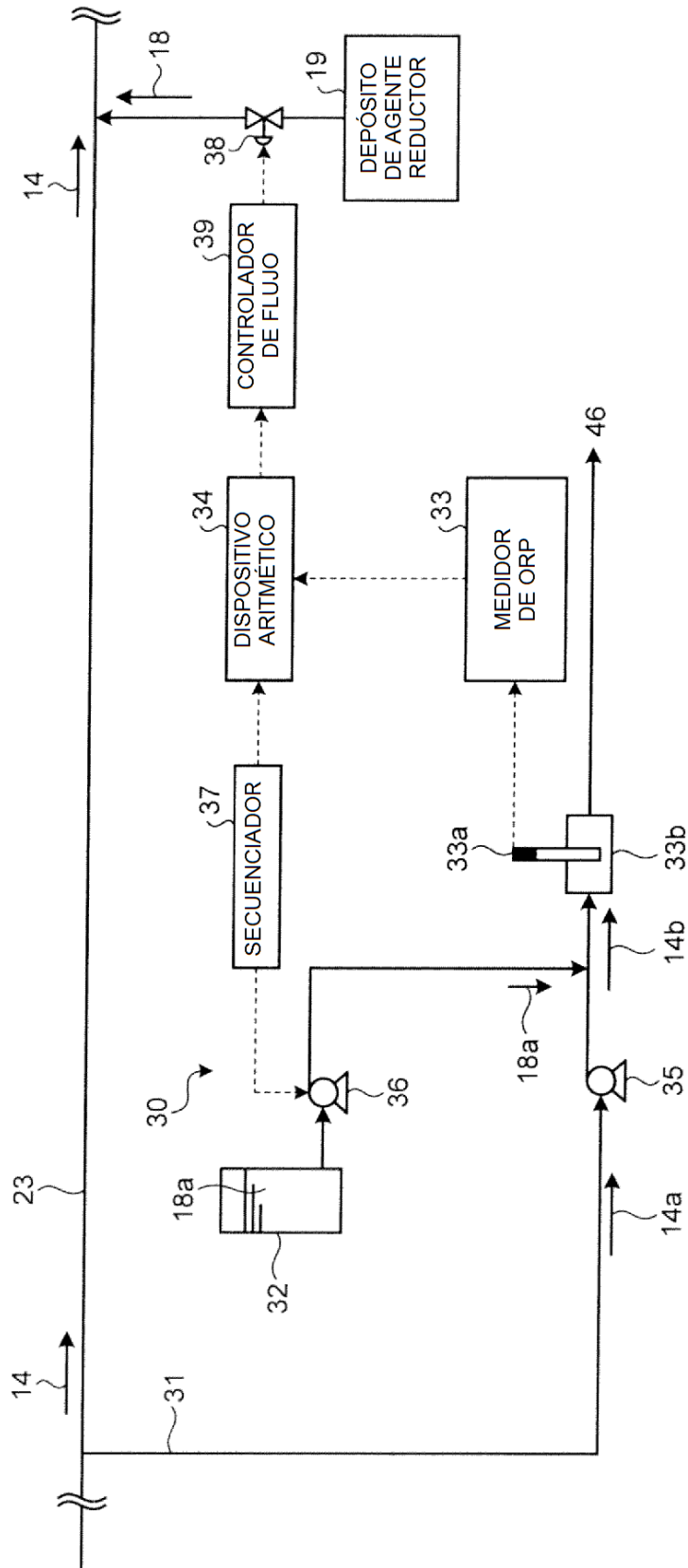


FIG.3

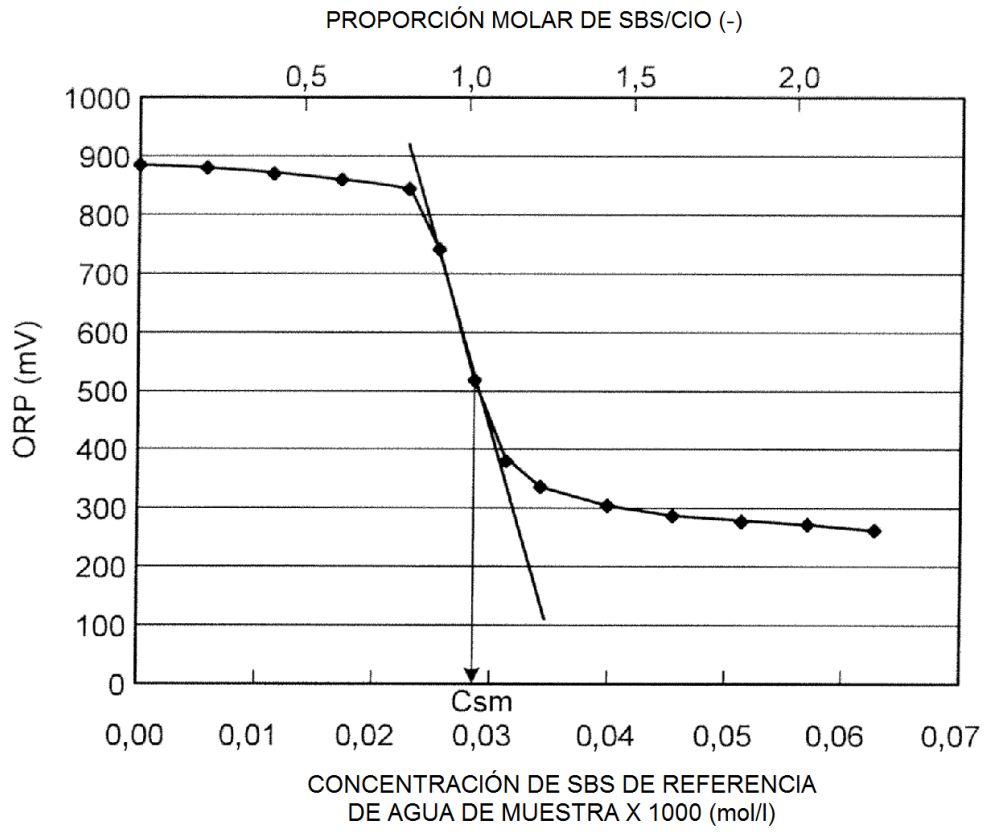


FIG.4

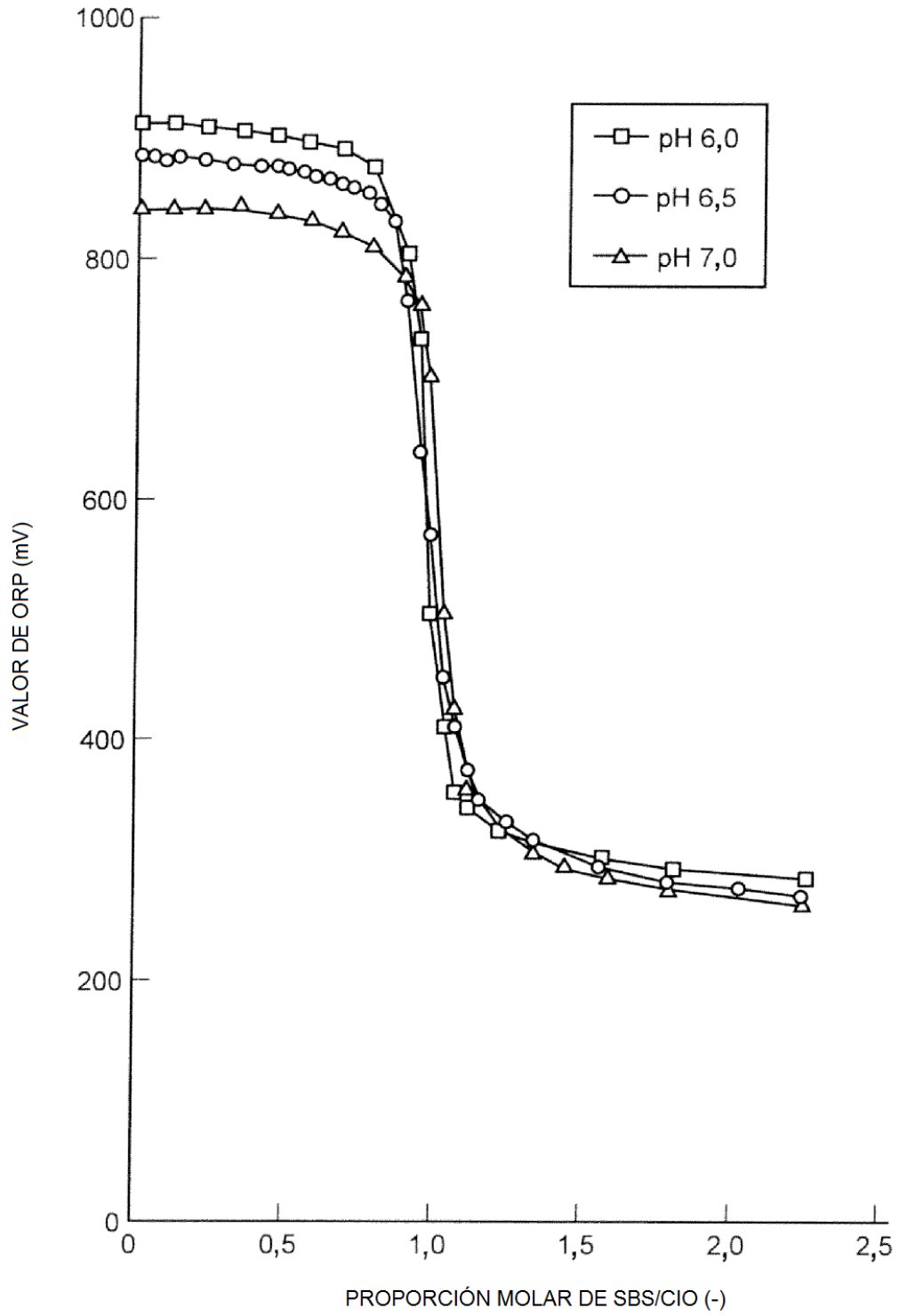


FIG.5

