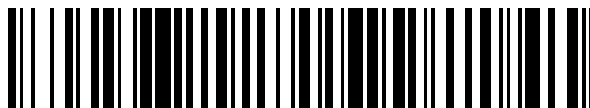


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 250**

21 Número de solicitud: 201390058

51 Int. Cl.:

**G01N 21/49** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**31.07.2012**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**03.02.2014**

71 Solicitantes:

**ACCIONA AGUA, S.A.U. (100.0%)  
C/ RAMON RUBIAL 2  
48950 ERANDIO (Bizkaia) ES**

72 Inventor/es:

**SANDIN RODRIGUEZ, Ricardo;  
SANROMÁ, Clara;  
FERRERO POLO, Enrique y  
MALFEITO, Jorge Juan**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR ANTIINCRUSTANTES PARA PROCEDIMIENTOS DE DESALINIZACIÓN**

57 Resumen:

Procedimiento para evaluar antiincrustantes para procedimientos de desalinización.

Las incrustaciones producen reducción en el rendimiento de los procedimientos de desalinización: reducen la productividad, aumentan los costes y proporcionan agua de mala calidad la cinética de la formación de incrustaciones cuando se introducen antiincrustantes en el sistema no es fácilmente comprensible y la predicción podría fallar con mucha frecuencia si el antiincrustante no se analiza del modo correcto.

La presente invención se refiere a un procedimiento para evaluar antiincrustantes que comprende las etapas siguientes:

- a) preparación de un agua de mar sustituta (SOW) con un factor de concentración entre 1 y 10,
- b) adición del antiincrustante a evaluar,
- c) medición de la turbidez con el tiempo.

ES 2 441 250 A2

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para evaluar antiincrustantes para procedimientos de desalinización

5 La invención se refiere a un procedimiento para evaluar antiincrustantes para plantas de desalinización. Por tanto, la invención pertenece al campo de los procedimientos de desalinización, en particular procedimientos de desalinización con membranas de ósmosis inversa.

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

10 En operaciones de desalinización en membrana a proporciones de recuperación alta, la concentración de sulfato de calcio a menudo supera los niveles de saturación. Además, el tiempo de residencia del fluido cerca de la superficie de la membrana en la capa de polarización de la concentración es mayor que el tiempo de residencia de convección medio. Como consecuencia se produce cristalización de estas sales sobre las superficies de la membrana. Las incrustaciones producen reducción en el rendimiento de los procedimientos de desalinización: reduce la productividad, aumenta los costes y proporciona agua de mala calidad.

15 Se han utilizado productos químicos para el tratamiento del agua durante más de un siglo aunque cálcico fue Rosenstein en 1936 (US2038316) el primero en dejar constancia de la aplicación de productos químicos aplicados para la supresión de las incrustaciones de sulfato. La capacidad para inhibir las incrustaciones de los antiincrustantes está relacionada con la estructura química, el peso molecular, los grupos funcionales activos y el pH de la solución.

20 Se sabe que en soluciones supersaturadas tratadas con antiincrustantes existe un retraso significativo de la nucleación de cristales que se conoce como tiempo de inducción. La medición del tiempo de inducción es un parámetro bien establecido usado por muchos investigadores para evaluar la eficacia de los antiincrustantes. Por ejemplo, Austin (Desalination, 16 (1975), pág. 345) investigó la precipitación del sulfato cálcico.

25 El proceso de precipitación se ve afectado por la presencia de otros iones frecuentes y la conductividad del agua. El agua del mar es una mezcla compleja de muchas sales, por ejemplo entre las sales de sulfato con cationes bivalentes, los sulfatos de calcio, magnesio y estroncio se encuentran en concentraciones importantes. Por tanto, la cinética de la formación de incrustaciones cuando se introducen antiincrustantes en el sistema no es fácilmente comprensible y la predicción podría fallar con mucha frecuencia si el antiincrustante no se evalúa del modo correcto.

Por todos estos motivos es necesario un procedimiento para evaluar diferentes antiincrustantes en una matriz de agua compleja que refleje la complejidad del agua marina real.

**DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN**

30 La invención se refiere a un procedimiento para evaluar diferentes antiincrustantes en una matriz de agua compleja en base al parámetro bien establecido del tiempo de inducción para evaluar su eficacia.

Las ventajas de la presente invención son:

- Este procedimiento proporciona un modo fácil y rápido para evaluar diferentes antiincrustantes antes de usarlos en la planta de ósmosis inversa,
- 35 - El análisis de los antiincrustantes a menor escala evita daños en las membranas de la planta,
- Los resultados obtenidos son más fiables que los resultados obtenidos con los procedimientos presentes en la técnica porque la matriz de agua usada refleja la complejidad del agua del mar.

En consecuencia, un primer aspecto de la presente invención es un procedimiento para analizar antiincrustantes que comprende las siguientes etapas:

- 40 a) preparación de un agua de mar sustituta (del inglés, SOW) con un factor de concentración entre 1 y 10,
- b) adición del antiincrustante a evaluar,
- c) medición de la turbidez con el tiempo.

Un segundo aspecto de la presente invención es un kit para analizar antiincrustantes a través del procedimiento que se ha descrito previamente, que comprende:

- 45 - NaCl,
- NaSO<sub>4</sub>,
- Una solución 1 que comprende MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> y SrCl<sub>2</sub>,

- Una solución 2 que comprende KCl, NaHCO<sub>3</sub>, KBr, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, NaF,
- Una solución que comprende Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y Ag(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

### **Definiciones**

- 5 El término “antiincrustante” comprende sustancias químicas que se añaden al agua con el fin de retrasar las incrustaciones de sales, tales como carbonato cálcico, sulfato cálcico y sulfato magnésico. Los antiincrustantes pueden ser ácidos, agentes quelantes, fosfonatos, poliacrilatos y polímeros con grupos amino. No obstante, dado que el objeto de la invención es evaluar la capacidad antiincrustante de una amplia gama de sustancias, la definición de antiincrustante también incluye sustancias químicas conocidas o desconocidas que no se han analizado todavía como antiincrustantes para membranas de ósmosis inversa.
- 10 El agua de mar sustituta (SOW) es agua que se puede usar para análisis de laboratorio en los que se requiere una solución reproducible que simula al agua de mar. El agua se ha preparado siguiendo las instrucciones de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (del inglés, ASTM). En el contexto de la invención, el término SOW comprende agua de mar sustituta con diferentes factores de concentración, preferentemente con un factor de concentración entre 1 y 10, es decir, la proporción de diferentes sales es la misma que la sugerida por la ASTM pero con un factor de concentración de 1 a 10.
- 15 El término “turbidez” es un parámetro bien conocido en el campo de la técnica. La turbidez es la neblina o nebulosidad de un fluido causado por partículas individuales (sólidos suspendidos) que generalmente no son visibles a simple vista, similar al humo en el aire. La medición de la turbidez es una prueba clave de la calidad del agua. Se mide en unidades de turbidez nefelométrica (del inglés, NTU). La medición para la indicar la turbidez se basa en el uso de una suspensión estándar de formazina (preparado mezclando sulfato de hidrazina y hexametilentetramina).
- 20 La turbidez medida en NTU usa procedimientos nefelométricos que dependen de pasar luz específica de una longitud de onda específica a través de la muestra. Se mide con un nefelómetro, que mide las partículas suspendidas usando un haz de luz (haz fuente) y un detector de luz en un lado (a menudo a 90 °) del haz fuente.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

- 25 Un primer aspecto de la presente invención es un procedimiento para evaluar antiincrustantes que comprende las siguientes etapas:
- a) preparación de un agua de mar sustituta (SOW) con un factor de concentración entre 1 y 10,
  - b) adición del antiincrustante a evaluar,
  - c) medición de la turbidez con el tiempo.
- 30 En una primera realización del primer aspecto de la presente invención, el factor de concentración del SOW está entre 2 y 9, preferentemente entre 5 y 8. Los mejores resultados se han obtenido cuando el factor de concentración es 7. El factor de concentración se ha escogido tras un estudio del tiempo de inducción con un factor de concentración variable de cloruro sódico. El factor de concentración 7 proporciona tiempos de inducción en el intervalo de 2-7 minutos, que es una escala razonable para el objeto de la invención. La expresión “tiempo de inducción” comprende el retraso en la nucleación del cristal alcanzado mediante la adición de un antiincrustante.
- 35 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la preparación del SOW comprende una etapa (a1) de disolución de NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Esta disolución puede tener lugar de forma simultánea o por separado al mismo volumen de agua. Dado que la concentración de cationes y aniones tiene que controlarse considerablemente, el agua usada es, preferentemente, agua Milli-Q. Preferentemente, la disolución de NaCl tendrá lugar en primer lugar. Con el fin de ayudar a la disolución completa se puede usar agitación. Después, a la solución que comprende NaCl se puede añadir Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- Preferentemente, la concentración de NaCl en el SOW está entre 150 y 180 g/l, más preferentemente entre 165 y 175 g/l. Preferentemente, la concentración de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en el SOW está entre 20 y 35 g/l, más preferentemente entre 25 y 30 g/l.
- 45 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la preparación del SOW comprende también una etapa (a2) tras la etapa (a1) de adición a la solución de los cationes Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Sr<sup>2+</sup>. Esta adición se puede llevar a cabo añadiendo las sales directamente a la solución obtenida tras la etapa (a1) o mediante la adición de una solución que comprende Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Sr<sup>2+</sup>. Preferentemente, la adición de los cationes Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Sr<sup>2+</sup> se lleva a cabo añadiendo una solución de compuestos solubles de dichos cationes, preferentemente MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> y SrCl<sub>2</sub>
- 50 Con el fin de simular el agua del mar con un factor de concentración entre 5 y 8, la concentración de Mg<sup>2+</sup> en el SOW está, preferentemente, entre 30 y 45 g/l, más preferentemente entre 35 y 40 g/l. La concentración de Ca<sup>2+</sup> en el SOW está, preferentemente, entre 5 y 15 g/l, más preferentemente entre 7 y 10 g/l. La concentración de Sr<sup>2+</sup> en el SOW está, preferentemente, entre 0,1 y 0,25 g/l, más preferentemente, entre 0,15 y 0,20 g/l.

5 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la preparación del SOW comprende también una etapa (a3) tras la etapa (a2) de adición a la solución obtenida tras la etapa (a2) de KCl, KBr, NaF, NaHCO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> o mezclas de los mismos, preferentemente de KCl, KBr, NaF, NaHCO<sub>3</sub> y H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. Esta adición se puede llevar a cabo añadiendo las sales directamente a la solución obtenida tras la etapa (2) o mediante la adición de una solución que comprende dichos compuestos. Preferentemente, la etapa (a3) se lleva a cabo añadiendo una solución que comprende KCl, KBr, NaF, NaHCO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> o mezclas de los mismos, preferentemente una solución que comprende KCl, KBr, NaF, NaHCO<sub>3</sub> y H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.

10 La concentración de KCl en el SOW está, preferentemente, entre 3 y 7 g/l, más preferentemente entre 4 y 5 g/l. La concentración de KBr en el SOW está preferentemente entre 0,25 y 2 g/l, más preferentemente entre 0,5 y 1 g/l. La concentración de NaF en el SOW está preferentemente entre 0,005 y 0,1 g/l, más preferentemente entre 0,015 y 0,03 g/l. La concentración de NaHCO<sub>3</sub> en la solución obtenida tras la etapa (a3) está, preferentemente, entre 0,5 y 3 g/l, más preferentemente entre 1 y 2 g/l. La concentración de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> en el SOW está preferentemente entre 0,05 y 0,4 g/l, más preferentemente entre 0,1 y 0,25 g/l.

15 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la preparación del SOW comprende también una etapa (a4) tras la etapa (a3) de la adición de al menos un compuesto de nitrato, preferentemente de un compuesto de nitrato bivalente. El compuesto de nitrato bivalente es, preferentemente, nitrato de bario, nitrato de manganeso, nitrato de cobre, nitrato de cinc, nitrato de plomo, nitrato de plata o mezclas de los mismos, más preferentemente nitrato de bario, nitrato de manganeso, nitrato de cobre, nitrato de cinc, nitrato de plomo y nitrato de plata.

20 La concentración de nitrato de bario en el SOW está, preferentemente, entre 3x10<sup>-4</sup> y 9x10<sup>-4</sup> g/l, más preferentemente entre 5x10<sup>-4</sup> y 8x10<sup>-4</sup> g/l. La concentración de nitrato de cobre en el SOW está preferentemente entre 1x10<sup>-4</sup> y 4x10<sup>-4</sup> g/l, más preferentemente entre 2x10<sup>-4</sup> y 3x10<sup>-4</sup> g/l. La concentración de nitrato de cinc en el SOW está preferentemente de 3x10<sup>-5</sup> a 8x10<sup>-5</sup> g/l, más preferentemente entre 5x10<sup>-5</sup> y 7 x 10<sup>-5</sup> g/l. La concentración de nitrato de plomo en el SOW está preferentemente de 1x10<sup>-5</sup> a 7x10<sup>-5</sup> g/l, más preferentemente entre 3x10<sup>-5</sup> y 5x10<sup>-5</sup> g/l. La concentración de nitrato de plata en el SOW está preferentemente de 1x10<sup>-6</sup> a 6x10<sup>-6</sup> g/l, más preferentemente entre 3x10<sup>-6</sup> y 5x10<sup>-6</sup> g/l.

25 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, la etapa (b) de adición del antiincrustante que se va a analizar se añade entre las etapas (a1) y (a2). Además, el antiincrustante se añade, preferentemente, en una cantidad de 5 a 10.000 ppm, más preferentemente de 10 a 5.000 ppm.

30 En otra realización del primer aspecto de la presente invención, el tiempo se mide hasta que la turbidez alcanza de 2 a 5 NTU, preferentemente 3. Este tiempo se puede denominar "tiempo de inducción". El tiempo se mide desde el momento de la adición de la última solución al SOW en la etapa a4.

En una realización particular del primer aspecto de la presente invención, el SOW tiene un factor de concentración de 8. La composición química de dicha SOW es:

Compuesto	Concentración (g/l)
NaCl	196,24
MgCl <sub>2</sub>	41,6
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	32,72
CaCl <sub>2</sub>	9,28
KCl	5,56
NaHCO <sub>3</sub>	1,608
KBr	0,808
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,216
NaF	0,024
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	7,952x10 <sup>-4</sup>
Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,72x10 <sup>-4</sup>
Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,464x10 <sup>-4</sup>
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	7,68x10 <sup>-5</sup>

## ES 2 441 250 A2

Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5,28x10 <sup>-5</sup>
Ag(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3,92x10 <sup>-6</sup>

Tabla 1. Composición de SOW con un factor de concentración de 8.

En una realización particular del primer aspecto de la presente invención, el SOW tiene un factor de concentración de 7. La composición química de dicha SOW es:

Compuesto	Concentración (g/l)
NaCl	171,71
MgCl <sub>2</sub>	36,4
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	28,63
CaCl <sub>2</sub>	8,12
KCl	4,865
NaHCO <sub>3</sub>	1,407
KBr	0,707
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,189
NaF	0,021
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	6,958x 10 <sup>-4</sup>
Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,38x10 <sup>-4</sup>
Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,156x10 <sup>-4</sup>
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	6,72x10 <sup>-5</sup>
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4,62x10 <sup>-5</sup>
Ag(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3,43x10 <sup>-6</sup>

Tabla 2. Composición de SOW con un factor de concentración de 7.

5 En una realización particular del primer aspecto de la presente invención, el SOW tiene un factor de concentración de 6. La composición química de dicha SOW es:

Compuesto	Concentración (g/l)
NaCl	147,18
MgCl <sub>2</sub>	31,2
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	24,54
CaCl <sub>2</sub>	6,96
KCl	4,17
NaHCO <sub>3</sub>	1,206
KBr	0,606
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,162
NaF	0,018
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5,964x10 <sup>-4</sup>
Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,04x10 <sup>-4</sup>

Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1,848x10 <sup>-4</sup>
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5,76x10 <sup>-5</sup>
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3,96x10 <sup>-5</sup>
Ag(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,94x10 <sup>-6</sup>

Tabla 3. Composición de SOW con un factor de concentración de 6.

Un segundo aspecto de la presente invención es un kit para analizar antiincrustantes a través del procedimiento que se ha descrito previamente, que comprende:

- NaCl,
- 5 - NaSO<sub>4</sub>,
- Una solución 1 que comprende MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> y SrCl<sub>2</sub>,
- Una solución 2 que comprende KCl, NaHCO<sub>3</sub>, KBr, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, NaF,
- Una solución que comprende Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y Ag(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

10 El kit puede incluir instrucciones sobre cómo preparar el SOW para evaluar los diferentes antiincrustantes que se van a analizar.

### **Breve descripción de las figuras**

Fig. 1. Estructuras de EDTA, ATMP y PMA.

Fig. 2. Estructura de PAMAM.

### **EJEMPLOS**

#### **15 Ejemplo 1. Preparación de SOW con un factor de concentración de 7 y análisis de antiincrustantes**

Un reactor de cristal de 150 ml se cargó con 70 ml de agua Milli-Q con agitación magnética a 400 rpm (revoluciones por minuto). Las siguientes sales o soluciones se añadieron en orden secuencial.

- i) 17,1738 g de cloruro sódico (en agitación hasta que se disuelvan completamente),
- ii) 2,8658 g de NaSO<sub>4</sub> (en agitación hasta que se disuelvan completamente),
- 20 iii) 0,01 g de antiincrustante,
- iv) 14 ml de una solución que comprende 555,6 g/l de MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, 57,9 g/l de CaCl<sub>2</sub> (anhidro) y 2,1 g/l de SrCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O,
- v) 7 ml de una solución que comprende 69,5 g/l de KCl, 20,1 g/l de NaHCO<sub>3</sub>, 10,0 g/l de KBr, 2,7 g/l de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> y 0,3 g/l de NaF,
- 25 vi) 0,7 ml de una solución que comprende 0,994 g/l de Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 0,546 g/l de Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 0,396 g/l de Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 0,151 g/l de Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 0,066 g/l de Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y 0,0049 g/l de Ag(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

La medida del tiempo de inducción comenzó una vez que se añadió la última solución. El tiempo de inducción se determinó cuando la turbidez de la solución alcanzó 3 NTU.

Los antiincrustantes comerciales analizados con este procedimiento fueron cuatro:

- 30 - Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)
- Ácido aminotrimetilenfosfónico (ATMP) como ejemplo de fosfonatos
- Ácido polimaleico (PMA) como ejemplo de ácidos policarboxílicos (Fig. 1)
- Poli (amidoamina) (PAMAM) como dendrímero (4 generaciones) (Fig. 1)

Como son bien conocidos en la técnica, los datos obtenidos serán útiles para validar el procedimiento.

35 Los tiempos de inducción con 100 ppm de antiincrustantes y a 25 °C se muestran en la tabla siguiente:

Antiincrustante	Tiempo de inducción
ninguno	4
EDTA	4
ATMP	8
PMA	332
PAMAM	135

Tabla 4. Tiempos de inducción obtenidos con el procedimiento de la invención de diferentes antiincrustantes.

5 Los compuestos poliméricos, tales como PMA y PAMAM, mostraron mejor comportamiento como antiincrustantes porque los compuestos poliméricos tienen distorsión cristalina y un efecto de dispersión. Por otro lado, la mayoría de los fosfonatos, tales como ATMP, sufren quelación y efecto umbral. El agente quelante clásico, EDTA, en este caso no presentó ningún efecto antiincrustante.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para analizar antiincrustantes que comprende las etapas siguientes:
  - a) preparación de un agua de mar sustituta (SOW) con un factor de concentración entre 1 y 10,
  - b) adición del antiincrustante a evaluar,
  - 5 c) medición de la turbidez con el tiempo.
2. El procedimiento según la reivindicación anterior, donde el factor de concentración del SOW está entre 2 y 9, preferentemente entre 5 y 8.
3. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la preparación del SOW comprende una etapa (a1) de disolución de NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- 10 4. El procedimiento según la reivindicación anterior, donde la concentración de NaCl en el SOW está entre 150 y 180 g/l, preferentemente entre 165 y 175 g/l.
5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 4, donde la concentración de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en el SOW está entre 20 y 35 g/l, preferentemente entre 25 y 30 g/l.
- 15 6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, donde la preparación del SOW comprende también una etapa (a2) tras la etapa (a1) de adición a la solución de los cationes Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Sr<sup>2+</sup>.
7. El procedimiento según la reivindicación anterior, donde la adición de los cationes Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Sr<sup>2+</sup> se lleva a cabo añadiendo una solución de compuestos solubles de dichos cationes, preferentemente MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> y SrCl<sub>2</sub>.
8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, donde la concentración de Mg<sup>2+</sup> en el SOW está entre 30 y 45 g/l, preferentemente entre 35 y 40 g/l.
- 20 9. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, donde la concentración de Ca<sup>2+</sup> en el SOW está entre 5 y 15 g/l, preferentemente entre 7 y 10 g/l.
10. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, donde la concentración de Sr<sup>2+</sup> en el SOW está entre 0,1 y 0,25 g/l, preferentemente entre 0,15 y 0,20 g/l.
- 25 11. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, donde la preparación del SOW comprende también una etapa (a3) tras la etapa (a2) de adición a la solución obtenida tras la etapa (a2) de KCl, KBr, NaF, NaHCO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> o mezclas de los mismos, preferentemente de KCl, KBr, NaF, NaHCO<sub>3</sub> y H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.
12. El procedimiento según la reivindicación precedente, donde la etapa (a3) se lleva a cabo añadiendo una solución que comprende KCl, KBr, NaF, NaHCO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> o mezclas de los mismos, preferentemente que comprende KCl, KBr, NaF, NaHCO<sub>3</sub> y H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.
- 30 13. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, donde la concentración de KCl en el SOW está entre 3 y 7 g/l, preferentemente entre 4 y 5 g/l.
14. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, donde la concentración de KBr en el SOW está entre 0,25 y 2 g/l, preferentemente entre 0,5 y 1 g/l.
- 35 15. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes 11 a 14, en el que la concentración de NaF en el SOW está entre 0,005 y 0,1 g/l, preferentemente entre 0,015 y 0,03 g/l.
16. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en el que la concentración de NaHCO<sub>3</sub> en la solución obtenida tras la etapa (a3) está entre 0,5 y 3 g/l, preferentemente entre 1 y 2 g/l.
17. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, donde la concentración de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> en el SOW está entre 0,05 y 0,4 g/l, preferentemente entre 0,1 y 0,25 g/l.
- 40 18. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 17, donde la preparación del SOW comprende también una etapa (a4) tras la etapa (a3) de la adición de al menos un compuesto de nitrato, preferentemente de un compuesto de nitrato bivalente.
19. El procedimiento según la reivindicación precedente, donde el compuesto de nitrato bivalente es nitrato de bario, nitrato de manganeso, nitrato de cobre, nitrato de cinc, nitrato de plomo, nitrato de plata o mezclas de los mismos, preferentemente nitrato de bario, nitrato de manganeso, nitrato de cobre, nitrato de cinc, nitrato de plomo y nitrato de plata.
- 45



## ES 2 441 250 A2

20. El procedimiento según la reivindicación precedente, donde la concentración de nitrato de bario en el SOW está entre  $3 \times 10^{-4}$  y  $9 \times 10^{-4}$  g/l, preferentemente entre  $5 \times 10^{-4}$  y  $8 \times 10^{-4}$  g/l.
21. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 20, donde la concentración de nitrato de manganeso en el SOW está entre  $1 \times 10^{-4}$  y  $4 \times 10^{-4}$  g/l, preferentemente entre  $2 \times 10^{-4}$  y  $3 \times 10^{-4}$  g/l.
- 5 22. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, donde la concentración de nitrato de cobre en el SOW está entre  $-1 \times 10^{-4}$  y  $4 \times 10^{-4}$  g/l, preferentemente entre  $2 \times 10^{-4}$  y  $3 \times 10^{-4}$  g/l.
23. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22, donde la concentración de nitrato de cinc en el SOW está entre  $3 \times 10^{-5}$  y  $8 \times 10^{-5}$  g/l, preferentemente entre  $5 \times 10^{-5}$  y  $7 \times 10^{-5}$  g/l.
- 10 24. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23, donde la concentración de nitrato de plomo en el SOW está entre  $1 \times 10^{-5}$  y  $7 \times 10^{-5}$  g/l, preferentemente entre  $3 \times 10^{-5}$  y  $5 \times 10^{-5}$  g/l.
25. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 24, donde la concentración de nitrato de plata en el SOW está entre  $1 \times 10^{-6}$  y  $6 \times 10^{-6}$  g/l, preferentemente entre  $3 \times 10^{-6}$  y  $5 \times 10^{-6}$  g/l.
26. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 25, donde la etapa (b) de adición del antiincrustante a evaluar se añade entre las etapas (a1) y (a2).
- 15 27. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el antiincrustante se añade en una cantidad de 5 y 10.000 ppm, preferentemente entre 10 y 5.000 ppm.
28. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el tiempo se mide hasta que la turbidez alcanza de 2 a 5 NTU, preferentemente 3.
- 20 29. Un kit para evaluar antiincrustantes a través del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende
- NaCl,
  - NaSO<sub>4</sub>,
  - Una solución 1 que comprende MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> y SrCl<sub>2</sub>,
  - Una solución 2 que comprende KCl, NaHCO<sub>3</sub>, KBr, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, NaF,
- 25 - Una solución que comprende Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y Ag(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

FIG. 1

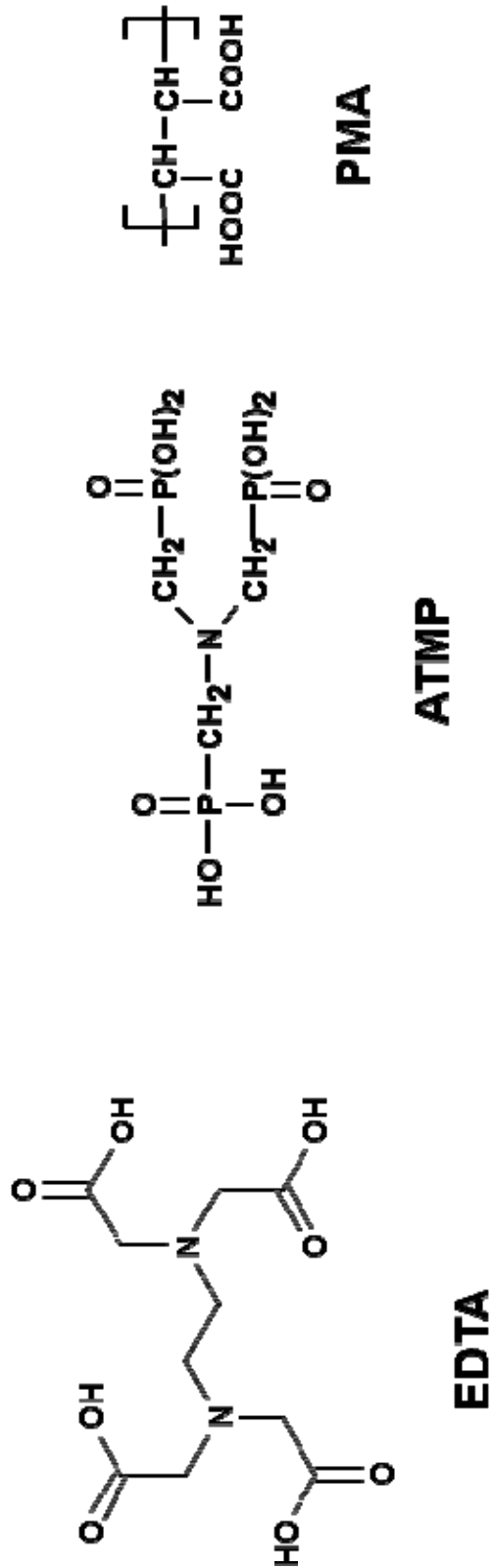
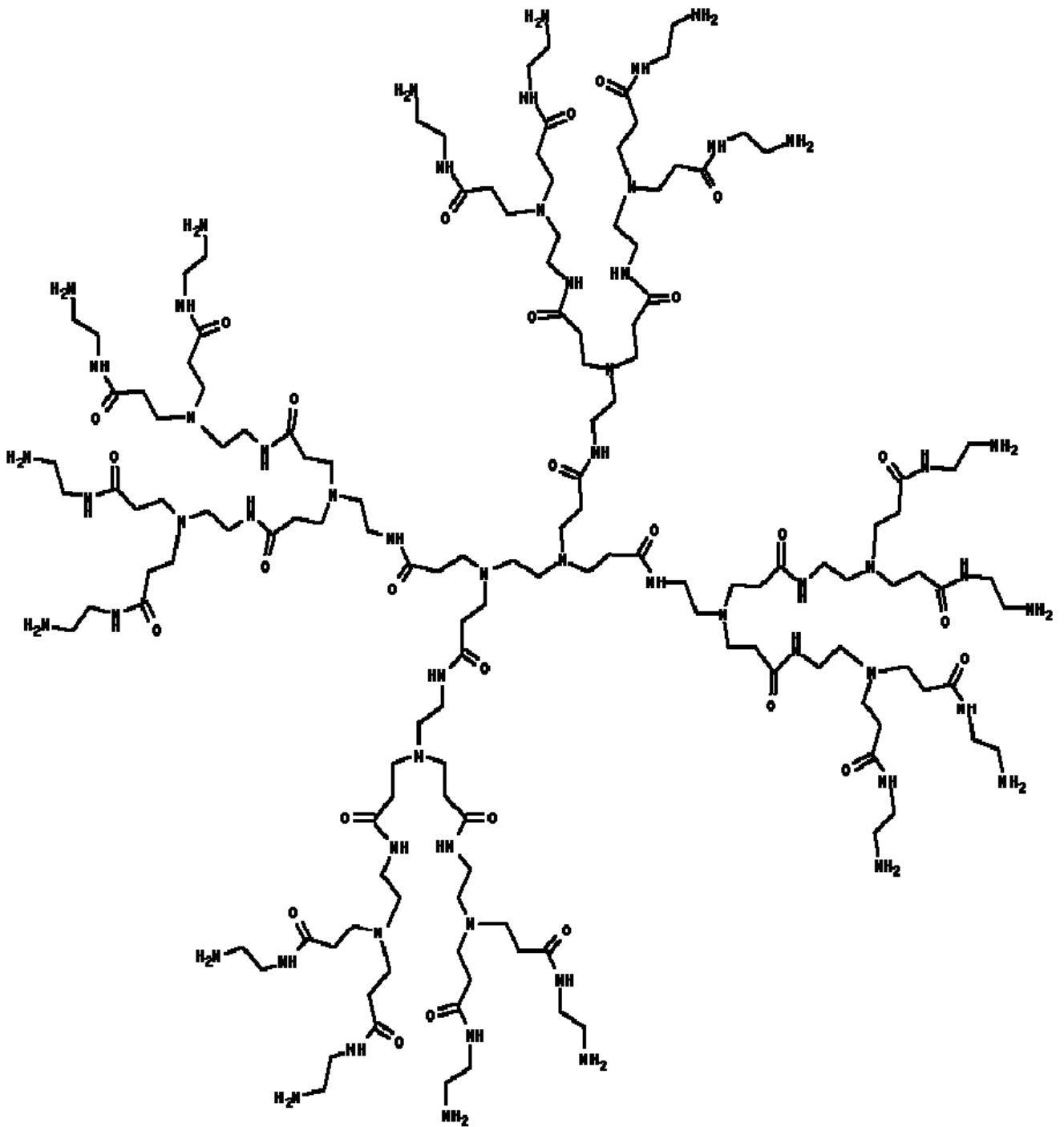


FIG. 2



**PAMAM**