

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 568**

51 Int. Cl.:

G01N 33/28 (2006.01)

G01N 27/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2012 PCT/US2012/037925**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.11.2012 WO12158684**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2012 E 12726943 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2710369**

54 Título: **Método, formulación de solvente y aparato para la medición del contenido en sal en fluidos de petróleo**

30 Prioridad:

18.05.2011 US 201113110040

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

22.09.2017

73 Titular/es:

**SAUDI ARABIAN OIL COMPANY (100.0%)
1 Eastern Avenue
31311 Dhahran, SA**

72 Inventor/es:

**DUVAL, SEBASTIEN A.;
LESS, SIMONE;
TAMMANA, VEERA VENKATA R. y
VILAGINES, REGIS D.**

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 633 568 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

Método, formulación de solvente y aparato para la medición del contenido en sal en fluidos de petróleo

Campo técnico de la invención

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un método y aparato para medir la concentración de sal de una muestra de petróleo crudo.

Antecedentes de la invención

10 **[0002]** Actualmente, la medición de contenido en sal en el sector de la producción y el refinado de petróleo crudo sigue, bien el método de referencia normalizado ASTM D3230, bien ASTM D6470, que se incorporan en el presente documento como referencia. ASTM D6470 no es práctico para la medición en línea, puesto que requiere etapas de extracción. ASTM D3230 requiere la utilización de una combinación de tres productos químicos: metanol, butanol y xilenos, para reducir la resistividad del petróleo crudo a un rango medible para los sensores tradicionales y la instrumentación común. Sin embargo, estos solventes son extremadamente tóxicos, volátiles e inflamables, lo que hace que sean especialmente difíciles de manejar en instalaciones ubicadas en entornos calientes.

15 **[0003]** El principio del método descrito en ASTM D3230 es la dilución de una muestra de petróleo crudo en una mezcla alcohólica con el fin de obtener lecturas de conductividad y comparar las lecturas con valores de referencia. Este método puede aplicarse bien fuera de línea en una muestra recogida o en línea. Las mediciones fuera de línea son susceptibles de errores debido a una desorción de gas desigual, que puede atribuirse al desfase temporal entre el muestreo y la medición; variaciones de la temperatura externa o la temperatura de petróleo crudo, o ambas; mezcla inadecuada de productos químicos; errores de medición; y presentación de datos. Las mediciones en línea evitan el muestreo manual e impiden algunos errores potenciales. Sin embargo, en entornos con altas temperaturas, se desaconseja la utilización de solventes volátiles, puesto que puede provocar fuegos, explosiones o intoxicación. Otro inconveniente de ASTM D3230 es la limitación de la cantidad de solvente almacenado *in situ* debido a problemas de inflamabilidad y riesgos de explosión.

25 **[0004]** Asimismo, los xilenos, el metanol y el butanol deben añadirse en proporciones exactas, puesto que cualquier alteración mínima en su proporción volumétrica, lo que es todavía más probable que ocurra a altas temperaturas debido a su naturaleza volátil, altera la homogeneidad y provoca lecturas de medición erróneas. Esto conlleva un procedimiento de medición complicado, por lo que se introducen errores potenciales. Además, estos problemas también requieren equipamiento voluminoso con mantenimiento frecuente y cuidadoso.

30 **[0005]** "P-600 Salt In Crude Analyser Brochure", 1 de enero de 2008 describe un analizador de sal en crudo en línea para la medición continua de la concentración de sal en petróleo crudo.

[0006] ASTM--D--3230-2005, 1 de enero de 2005 da a conocer el método de ensayo ASTM que cubre la determinación de la concentración de cloruro aproximada en petróleo crudo.

35 **[0007]** Por consiguiente, sería beneficioso dar a conocer un método y aparato que evite la utilización de los tres productos químicos mencionados y, en su lugar, utilice un único solvente. También sería beneficioso dar a conocer un solvente que sea menos tóxico y más estable con altas temperaturas. Asimismo, sería beneficioso dar a conocer un método y aparato apto para la medición de la concentración de sal en línea.

Sumario de la invención

[0008] El método y aparato inventivos proporcionan una o más de las ventajas expuestas.

40 **[0009]** Un método para determinar una concentración de sal de petróleo crudo mediante las etapas de introducir un volumen del petróleo crudo a una zona de mezcla; introducir un volumen de un solvente a la zona de mezcla; mezclar de modo que el petróleo crudo y el solvente formen una mezcla homogeneizada; tomar una medición de temperatura de la mezcla homogeneizada mediante la utilización de un sensor de temperatura; tomar una medición de conductividad de la mezcla homogeneizada mediante la utilización de un par de electrodos; determinar la concentración de sal de la mezcla homogeneizada a partir de la medición de temperatura y la medición de conductividad de la mezcla homogeneizada; y determinar la concentración de sal del petróleo crudo a partir de la concentración de sal de la mezcla homogeneizada, el volumen del petróleo crudo y el volumen del solvente. El solvente tiene un punto de ebullición normal que es considerablemente superior a la temperatura del aire ambiente.

50 **[0010]** En un modo de realización del método, el solvente tiene un punto de ebullición superior a 140 °C, lo que permite una presión de vapor relativamente baja aunque la temperatura del aire ambiente sea relativamente alta, tal como 60 °C. En otro modo de realización, el solvente opera para solubilizar tanto el agua como el petróleo crudo en una única fase. En otro modo de realización, el solvente puede presentar un valor de diferencia de

energía relativa con respecto al petróleo crudo, como define la teoría de solubilidad de Hansen, inferior a 1,0. En un modo de realización del método, el solvente comprende un único solvente. En otro modo de realización, el solvente consiste fundamentalmente en el único solvente. En todavía otro modo de realización, el solvente comprende el único solvente sin ningún otro solvente presente en la zona de mezcla. En otro modo de realización, el único solvente se selecciona del grupo que consiste en 1-metil-2-pirrolidona, alfa-hidroxiacetato de etilo, benzonitrilo, éter dimetílico de dipropilenglicol, 1-ciclohexil-2-pirrolidona, 1-octil-2-pirrolidona, 1-dodecil-2-pirrolidinona, éter monobutílico de dietilglicol, éter monobutílico de trietilenglicol, éter butílico de etilenglicol, éter butílico de propilenglicol, éter butílico de dipropilenglicol, éter propílico de propilenglicol, tripropilenglicol y éter monoetílico de glicol dietilénico. En otro modo de realización, el solvente no incluye ningún alcohol ni xileno. Puesto que el solvente es mucho menos volátil que en los métodos practicados hasta el momento, pueden almacenarse *in situ* cantidades mucho mayores del solvente sin reducir la seguridad global.

[0011] En otro modo de realización, la etapa de determinar la concentración de sal de la mezcla homogeneizada también puede incluir las etapas de obtener una curva de calibración de conductividad como una función de temperatura para una mezcla conocida que tiene una concentración de sal conocida y de comparar la conductividad de la mezcla homogeneizada con la curva de calibración para determinar la concentración de sal de la mezcla homogeneizada. Los modos de realización dan a conocer un sistema para determinar la concentración de sal dados los parámetros operativos de la mezcla homogeneizada, incluidos la temperatura y el volumen del petróleo crudo y el solvente y la curva de calibración u otro aspecto similar, tal como una tabla de consulta.

[0012] En otro modo de realización, el método es apto para determinar concentraciones de sal de petróleo crudo en un intervalo comprendido entre 0 y 50 libras de sal por cada mil barriles (PTB, por sus siglas en inglés). En otro modo de realización, el método puede llevarse a cabo, de forma ventajosa, en un entorno industrial. En otro modo de realización, el método se lleva a cabo en alta mar.

[0013] En otro modo de realización, el método puede incluir el envío de una señal de advertencia a un operador si la concentración de sal del petróleo crudo es superior a un valor umbral. En un modo de realización, el valor umbral es 10 PTB. Ejemplos de señales de advertencia incluyen sonidos y alarmas acústicos, luces parpadeantes, vibraciones suministradas a través de un dispositivo móvil, incluidos un mensáfono o un teléfono, y un mensaje de presentación, que podría presentarse en un monitor, mensáfono o teléfono.

[0014] En otro modo de realización, la etapa de tomar una medición de temperatura de la mezcla homogeneizada mediante la utilización de un sensor de temperatura incluye más de una medición de temperatura, y la etapa de tomar una medición de conductividad de la mezcla homogeneizada mediante la utilización de un par de electrodos incluye más de una medición de conductividad. En otro modo de realización, el método también incluye la etapa de limpieza del par de electrodos entre mediciones de conductividad sucesivas. En otro modo de realización, la etapa de limpieza del par de electrodos puede llevarse a cabo con un fluido. El fluido puede ser el mismo que el solvente o puede ser un segundo solvente que no sea el mismo que el solvente, o puede ser petróleo crudo o una combinación de cualquiera de los tres.

[0015] Un aparato que es útil para determinar la concentración de sal de petróleo crudo incluye un par de electrodos, un recipiente de almacenamiento de solvente, una fuente de alimentación, un sensor de temperatura, un ordenador, datos almacenados en un soporte legible, un producto de programa y un dispositivo de visualización. El par de electrodos es adaptable para la inserción en un recipiente de mezcla homogeneizada, donde el recipiente de mezcla homogeneizada opera para contener una mezcla homogeneizada. La mezcla homogeneizada puede incluir petróleo crudo y un solvente, donde el petróleo crudo contiene sal y el par de electrodos opera para medir la conductividad de la mezcla homogeneizada. El recipiente de almacenamiento de solvente se utiliza para almacenar el solvente y el recipiente de almacenamiento de solvente está en comunicación fluida con el recipiente de mezcla homogeneizada. La fuente de alimentación está en comunicación electrónica con el par de electrodos y la fuente de alimentación ayuda a proporcionar un voltaje, energía potencial eléctrica, al par de electrodos. El sensor de temperatura opera para medir la temperatura de la mezcla homogeneizada. El ordenador incluye un dispositivo de procesamiento de señales que tiene memoria de ordenador no transitoria. El ordenador está en comunicación electrónica con el par de electrodos y el sensor de temperatura de modo que el ordenador opere para recibir datos medidos del par de electrodos y el sensor de temperatura. Los datos almacenados en un medio legible incluyen valores de conductividad, valores de temperatura y concentraciones de sal correspondientes para una mezcla conocida de petróleo crudo y solvente. El producto de programa puede almacenarse en la memoria de ordenador no transitoria. El producto de programa incluye instrucciones ejecutables para (1) comparar los datos medidos a partir del par de electrodos y la sonda de temperatura con los datos almacenados en el medio legible, (2) determinar la concentración de sal de la mezcla homogeneizada y (3) determinar la concentración de sal del petróleo crudo a partir de la relación de volumen de solvente, volumen de petróleo crudo y la concentración de sal de la mezcla homogeneizada. El dispositivo de visualización puede estar en comunicación electrónica con el ordenador. El dispositivo de visualización opera para recibir la concentración de sal de la mezcla homogeneizada a partir del producto de programa y para presentar dicha concentración de sal en un formato legible.

- 5 **[0016]** En otro modo de realización, el aparato es útil para detectar la concentración de sal del petróleo crudo en un intervalo comprendido entre 0 y 50 PTB. En todavía otro modo de realización, el aparato puede situarse en un entorno industrial. En otro modo de realización, el aparato puede situarse en alta mar. En otro modo de realización, el aparato puede incluir también un sistema de advertencia que opere para enviar una señal de advertencia al dispositivo de visualización si la concentración de sal del petróleo crudo es superior a un valor umbral. En otro modo de realización, el sistema de advertencia también podría activar una señal de alarma, tal como una señal visual o una señal acústica, o ambas, que un operador podría percibir, tanto *in situ* como en una instalación remota. En un modo de realización, el valor umbral puede ser 10 PTB de sal en el petróleo crudo medido.
- 10 **[0017]** En otro modo de realización, el aparato también puede incluir un medio de control de flujo que opere para introducir el petróleo crudo y el único solvente de manera continua en el recipiente de mezcla homogeneizada. En otro modo de realización, el aparato también puede incluir uno o más flujómetros para medir el flujo del petróleo crudo y el solvente, donde el solvente es un único solvente. En otro modo de realización, el uno o más flujómetros miden el flujo del petróleo crudo y el único solvente, y el medio de control de flujo controla el mismo para asegurar caudales adecuados del petróleo crudo y el único solvente a medida que se introducen en el recipiente de mezcla homogeneizada.

Breve descripción de los dibujos

[0018]

La figura 1 es una representación de un aparato para su utilización con los procedimientos de ASTM-D3230.

- 20 La figura 2 es una representación de un modo de realización de la presente invención.

Descripción detallada

- 25 **[0019]** Si bien se describirá la invención en relación con diversos modos de realización, cabe observar que no se pretende limitar la invención a dichos modos de realización. Por el contrario, se pretende cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalencias que pueden incluirse en el espíritu y el alcance de la invención definidos en las reivindicaciones adjuntas.

- 30 **[0020]** Los diversos modos de realización de la presente invención dan a conocer un solvente estable que, de forma ventajosa, evita los problemas asociados a los solventes utilizados en ASTM D3230, analizados anteriormente, en el apartado de los antecedentes. Puesto que los solventes descritos en el presente documento tienen una estabilidad mejorada, se mejora la repetibilidad y la precisión de las mediciones, así como una aptitud mejorada para almacenar cantidades mayores de los solventes. De forma adicional, los solventes utilizados según diversos modos de realización de la presente invención son menos tóxicos que los utilizados en ASTM D3230 y, por consiguiente, presentan riesgos para la salud y la seguridad reducidos.

- 35 **[0021]** En determinados modos de realización de la presente invención, el método puede practicarse de manera continua. De forma adicional, puede utilizarse menos equipamiento con la eliminación de un sistema de solventes múltiples, por lo que se obtienen ahorros adicionales en el gasto de capital. De forma adicional, puesto que sólo se utiliza un único solvente a la vez en modos de realización de la presente invención, los gastos logísticos y operativos se reducen considerablemente en comparación con el sistema de tres solventes descrito en ASTM D3230. Asimismo, ASTM D3230 utiliza dos solventes polares, que deben tener unas proporciones exactas, para dispersar la muestra de petróleo crudo de forma homogénea en una única fase. A continuación, se añaden los xilenos para disolver cualquier cantidad considerable de material de asfalto presente. En un modo de realización de la presente invención, se utiliza un único solvente que es apto para solubilizar tanto agua como hidrocarburos en una única fase. El método, según se instruye en ASTM D3230, utiliza xilenos para solubilizar los componentes de petróleo crudo. Sin embargo, los xilenos son relativamente insolubles en agua. De la misma manera, el butanol y el metanol son solubles en agua, pero no en aceite. Sin embargo, los alcoholes son aptos para disolver xilenos, junto con cualquier cosa que ya esté disuelta en los xilenos. Por definición, los solventes descritos en ASTM D3230 no operan para disolver tanto componentes de aceite como de agua en sus capacidades individuales. En modos de realización de la presente invención, sin embargo, se selecciona el solvente de modo que tenga la solubilidad adecuada en petróleo crudo y sea polar, de manera que el solvente pueda juntar el petróleo crudo y el agua en una fase. En un modo de realización, el agua incluye agua producida.

- 40 **[0022]** La figura 1 representa una configuración general para un aparato según ASTM D3230. En la figura 1, hay tres recipientes de almacenamiento; almacenamiento de xilenos 10, almacenamiento de mezcla de alcoholes 20 y almacenamiento de nafta 30. Los xilenos y la mezcla de alcoholes (que incluye metanol y butanol) se introducen en el recipiente de mezcla homogeneizada 40 a través de los conductos 12 y 22, respectivamente. Las válvulas de control 15 y 25 se utilizan para ayudar a controlar el flujo de cada solvente. Se introduce una cantidad exacta de muestra de petróleo crudo en el recipiente de mezcla homogeneizada 40 a través del conducto 38 y se controla mediante la válvula de control 45. Una vez están presentes todos los líquidos, se

mezcla la solución para formar una mezcla homogeneizada. Se inserta un par de electrodos 50 y un sensor de temperatura 60 en el recipiente de mezcla homogeneizada. El par de electrodos 50 y el sensor de temperatura 60 están en comunicación con el ordenador 70. En ASTM D3230, se utiliza nafta para enjuagar los electrodos después de un ensayo. Se suministra nafta al par de electrodos 50 a través del conducto 32 mediante la apertura de la válvula de control 35.

[0023] La figura 2 representa un modo de realización de la presente invención. En la figura 2, el almacenamiento de solvente 110 sustituye los tres recipientes de almacenamiento (10, 20, 30) de la figura 1. De forma similar, la válvula de control 115 hace que ya no se necesiten las tres válvulas de control 15, 25, 35 de la configuración anterior. Se introduce el petróleo crudo en el recipiente de mezcla homogeneizada 40 a través del conducto 38 y se controla mediante la válvula de control 45. Una vez se han introducido el petróleo crudo y el solvente en el recipiente de mezcla homogeneizada 40, se mezcla la solución para formar una mezcla homogeneizada. Se inserta un par de electrodos 50 y un sensor de temperatura 60 en el recipiente de mezcla homogeneizada. El par de electrodos 50 y el sensor de temperatura 60 están en comunicación con el ordenador 70. El ordenador 70 contiene datos que se utilizan para calcular la concentración de sal de la muestra de petróleo crudo a partir de las mediciones de temperatura y de conductividad tomadas.

[0024] Los expertos en la materia entenderán fácilmente que deberían realizarse nuevas curvas de calibración para cada solvente utilizado, de modo que cuando se tome una lectura de conductividad y de temperatura, el ordenador 70 pueda calcular la concentración de sal en la muestra de crudo.

Método de calibración

[0025] Se prepararon soluciones de calibración según las normas ASTM D3230. En un modo de realización, se utilizó 1-metil-2-pirrolidona (NMP, por sus siglas en inglés) como solvente. Se añadieron 15 mL de NMP a una probeta graduada de mezcla con tapón esmerilado seca de 100 mL. Se añadieron 10 mL de petróleo neutro a la probeta graduada de 100 mL mediante la utilización de una probeta graduada de 10 mL. Se enjuagó la probeta graduada de 10 mL con NMP hasta que no le quedara petróleo. Se añadió NMP hasta que hubiera 50 mL de la solución. La probeta de mezcla se cerró y se agitó con fuerza durante aproximadamente 1 minuto. Según la tabla I, se añadió una cantidad de solución de sales mezcladas diluidas que es adecuada para el rango de contenidos de sal por medir.

Tabla 1: Muestras patrón

Sal (g/m3 de petróleo crudo)	Sal (lb/1000 barriles de petróleo crudo)	Solución de sales mezcladas (diluido), mL
3	1,0	0,3
9	3,0	1,0
15	5,0	1,5
30	10,0	3,0
45	16,0	4,5
60	21,0	6,0
75	26,0	8,0
90	31,0	9,5
115	40,0	12,0
145	51,0	15,0
190	66,0	20,0
215	75,0	22,5
245	86,0	25,5
290	101,0	30,5
430	151,0	45,5

[0026] A continuación, la mezcla de NMP y petróleo crudo se enrasó hasta 100 mL con NMP adicional. De nuevo, se agitó la probeta con fuerza durante aproximadamente 30 segundos para llevar a cabo la solución y, a continuación, se dejó reposar la solución durante aproximadamente 5 minutos. A continuación, se vertió la solución en un vaso de precipitados de ensayo seco.

[0027] Rápidamente, se colocaron un par de electrodos en la solución en el vaso de precipitados y se aseguró que el borde superior de las placas de electrodos está por debajo de la superficie de la solución. Se ajustó el voltaje a una serie de valores, y se anotó la corriente y el voltaje. A continuación, se quitaron los electrodos de la solución, se enjuagaron con NMP, además de nafta, y se dejaron secar.

[0028] Se repitió el procedimiento anterior mediante la utilización de otros volúmenes de solución de sales mezcladas (solución diluida) en función de la necesidad para cubrir el rango de contenidos de cloruro de interés. Con el fin de desarrollar la curva de calibración, el valor obtenido para la medición en blanco se sustrajo de las lecturas de corriente indicadas de cada muestra patrón.

5 Resultados experimentales

[0029] En un modo de realización, se sustituyeron los tres solventes por una única solución de 1-metil-2-pirrolidona (NMP). Las propiedades físicas de NMP se resumen en la tabla 2:

Tabla 2: Propiedades físicas de NMP

Punto de ebullición (760 mm Hg)	204,3 °C
Punto de congelación (760 mm Hg)	- 23,6 °C
Punto de ignición (ASTM-D 93-72)	91 °C
Temperatura de ignición (ASTM-D 286-58 T)	270 °C

- 10 **[0030]** Se crearon diversas concentraciones de sal según el procedimiento de calibración descrito anteriormente. La ecuación 1, a continuación, representa una ecuación de la conductividad como una función de temperatura y concentración de sal para diversas mezclas de NMP y petróleo crudo.

$$\text{Conductividad} = a + b * \text{ConcentraciónSal} + c * T$$

- 15 **[0031]** De forma adicional, los modos de realización de la presente invención también pueden aumentar la precisión de medición electrométrica mediante el incremento de la fracción de crudo en la solución sometida a ensayo, lo que también da lugar a la reducción del consumo total del solvente. En un modo de realización, el contenido de crudo puede aumentarse hasta un 30 % en volumen de la mezcla homogeneizada, a diferencia del 10 % propuesto por ASTM 3230.

- 20 **[0032]** Se obtuvieron resultados similares, como se muestra anteriormente, con respecto a NMP mediante la utilización de los solventes siguientes: alfa-hidroxipropionato de etilo (VERTECBIO EL™), benzonitrilo y éter dimetílico de dipropilenglicol (DPGDME, por sus siglas en inglés). En la tabla 3, se muestra una lista no exhaustiva de solventes que son útiles.

Tabla 3: Lista no exhaustiva de solventes con sus propiedades físicas

Nombre del solvente	Punto de ebullición (°C)	Punto de ignición (°C)
1-ciclohexil-2-pirrolidona	154	141
1-octil-2-pirrolidona	171	142
1-dodecil-2-pirrolidona	202	113
Éter monobutílico de dietilenglicol	225	99
Éter monobutílico de trietilenglicol	265-300	144
Éter butílico de etilenglicol	170	67
Éter butílico de propilenglicol	170	59
Mezcla de isómeros, éter butílico de dipropilenglicol	225	96
Éter propílico de propilenglicol	140-160	48
Tripropilenglicol	273	113
Éter monoetílico de glicol dietilénico	202	96

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar una concentración de sal de petróleo crudo, comprendiendo el método las etapas de:
 - 5 introducir un volumen del petróleo crudo a una zona de mezcla, teniendo sal el petróleo crudo;
 - introducir un volumen de un solvente a la zona de mezcla, en la que el solvente tiene un punto de ebullición normal considerablemente superior a la temperatura del aire ambiente;
 - mezclar el petróleo crudo y el solvente para formar una mezcla homogeneizada;
 - tomar una medición de temperatura de la mezcla homogeneizada mediante la utilización de un sensor de temperatura (60);
 - 10 tomar una medición de conductividad de la mezcla homogeneizada mediante la utilización de un par de electrodos (50);
 - determinar la concentración de sal de la mezcla homogeneizada a partir de la medición de temperatura y la medición de conductividad de la mezcla homogeneizada; y
 - determinar la concentración de sal del petróleo crudo a partir de la concentración de sal de la mezcla homogeneizada, el volumen del petróleo crudo y el volumen del solvente,
 - 15 donde el solvente:
 - (i) comprende un único solvente, y/o
 - (ii) consiste fundamentalmente en el único solvente, y/o
 - (iii) consiste en el único solvente
 - 20 donde el único solvente se selecciona del grupo que consiste en 1-metil-2-pirrolidona, alfa-hidroxiacetato de etilo, benzonitrilo, éter dimetílico de dipropilenglicol, 1-ciclohexil-2-pirrolidona, 1-octil-2-pirrolidona, 1-dodecil-2-pirrolidinona, éter monobutílico de dietilglicol, éter monobutílico de trietilenglicol, éter butílico de etilenglicol, éter butílico de propilenglicol, éter butílico de dipropilenglicol, éter propílico de propilenglicol, tripropilenglicol y éter monoetílico de glicol dietilénico.
2. El método según las reivindicaciones anteriores donde el solvente:
 - (i) tiene un punto de ebullición normal por encima de 140 °C, y/o
 - (ii) es operable para solubilizar tanto el agua como el petróleo crudo en una única fase, y/o
 - (iii) tiene un valor de diferencia de energía relativa con respecto al petróleo crudo inferior a 1,0.
3. El método según las reivindicaciones anteriores donde el solvente no comprende alcoholes ni xilenos.
4. El método según las reivindicaciones anteriores donde la etapa de determinar la concentración de sal de la mezcla homogeneizada comprende la obtención de una curva de calibración de conductividad como una función de temperatura para una mezcla conocida, teniendo la mezcla conocida una concentración de sal conocida y la comparación de la conductividad de la mezcla homogeneizada con la curva de calibración para determinar la concentración de sal de la mezcla homogeneizada.
5. El método según las reivindicaciones anteriores donde el método:
 - (i) es operable para determinar concentraciones de sal del petróleo crudo en un intervalo comprendido entre 0 y 50 libras de sal por cada mil barriles de petróleo crudo (PTB), y/o
 - (ii) se lleva a cabo en un entorno industrial, y/o
 - (iii) se lleva a cabo en alta mar.
6. El método según las reivindicaciones anteriores, que también comprende la etapa de enviar una señal de advertencia a un operador si la concentración de sal del petróleo crudo es superior a un valor umbral, de forma opcional donde el valor umbral es 10 PTB.
7. El método según las reivindicaciones anteriores donde la etapa de tomar una medición de temperatura de la mezcla homogeneizada mediante la utilización de un sensor de temperatura (60) incluye más de una medición de temperatura y donde la etapa de tomar una medición de conductividad de la mezcla homogeneizada mediante la utilización de un par de electrodos (50) incluye más de una medición de conductividad, de forma opcional donde el método también comprende la etapa de limpiar el par de electrodos (50) entre mediciones de conductividad sucesivas, también de forma opcional donde la etapa de limpiar el par de electrodos (50) entre mediciones de conductividad sucesivas comprende lavar el par de electrodos (50) con un fluido, donde el fluido se selecciona del grupo que consiste en el solvente, un segundo solvente, el petróleo crudo y combinaciones de los mismos, donde el segundo solvente no es el mismo que el solvente.
8. Un aparato para determinar una concentración de sal de petróleo crudo, comprendiendo el aparato:

- 5 un par de electrodos (50) adaptables para su inserción en un recipiente de mezcla homogeneizada (40), donde el recipiente de mezcla homogeneizada (40) es operable para contener una mezcla homogeneizada, donde la mezcla homogeneizada comprende petróleo crudo y un solvente, donde el petróleo crudo contiene sal, donde el par de electrodos (50) son operables para medir la conductividad de la mezcla homogeneizada;
- 10 un recipiente de almacenamiento de solvente (110) para almacenar el solvente, donde el recipiente de almacenamiento de solvente (110) está en comunicación fluida con el recipiente de mezcla homogeneizada (40);
- 15 una fuente de alimentación en comunicación electrónica con el par de electrodos (50) para proporcionar un voltaje al par de electrodos (50);
- un sensor de temperatura (60) para medir la temperatura de la mezcla homogeneizada; un ordenador (70) que define un dispositivo de procesamiento de señales que tiene memoria de ordenador (70) no transitoria, estando el ordenador (70) en comunicación electrónica con el par de electrodos (50) y el sensor de temperatura (60) de modo que el ordenador (70) sea operable para recibir datos medidos del par de electrodos (50) y el sensor de temperatura (60);
- datos almacenados en un medio legible, donde los datos comprenden valores de conductividad, valores de temperatura y concentraciones de sal correspondientes para una mezcla conocida; y un producto de programa almacenado en la memoria de ordenador (70) no transitoria, estando compuesto el producto de programa por instrucciones ejecutables para:
- 20 (1) comparar los datos medidos del par de electrodos (50) y el sensor de temperatura (60) con los datos almacenados en el medio legible;
- (2) determinar la concentración de sal de la mezcla homogeneizada; y
- (3) determinar la concentración de sal del petróleo crudo a partir de la relación de volumen de solvente, volumen de petróleo crudo y la concentración de sal de la mezcla homogeneizada; y
- 25 un dispositivo de visualización en comunicación electrónica con el ordenador (70), donde el dispositivo de visualización es operable para recibir la concentración de sal de la mezcla homogeneizada y la concentración de sal de la mezcla de petróleo crudo del producto de programa y mostrar dichas concentraciones de sal en un formato legible, donde el solvente:
- 30 (i) comprende un único solvente, y/o
- (ii) consiste fundamentalmente en el único solvente, y/o
- (iii) consiste en el único solvente, y
- 35 donde el único solvente se selecciona del grupo que consiste en 1-metil-2-pirrolidona, alfa-hidroxiopropionato de etilo, benzonitrilo, éter dimetilico de dipropilenglicol, 1-ciclohexil-2-pirrolidona, 1-octil-2-pirrolidona, 1-dodecil-2-pirrolidinona, éter monobutílico de dietilglicol, éter monobutílico de trietilenglicol, éter butílico de etilenglicol, éter butílico de propilenglicol, éter butílico de dipropilenglicol, éter propílico de propilenglicol, tripropilenglicol y éter monoetilico de glicol dietilénico.
- 40 **9.** El aparato según la reivindicación 8 donde el aparato es operable para detectar concentraciones de sal de petróleo crudo en un intervalo comprendido entre 0 y 50 libras de sal por cada mil barriles de petróleo crudo (PTB).
- 10.** El aparato según las reivindicaciones 8-9 donde el aparato se ubica en un entorno industrial y/o se ubica en alta mar.
- 45 **11.** El aparato según las reivindicaciones 8-10, que también comprende una señal de advertencia que es operable para avisar a un operador si la concentración de sal del petróleo crudo es superior a un valor umbral, de forma opcional donde el valor umbral es 10 PTB.
- 12.** El aparato según las reivindicaciones 8-11, que también comprende un medio de control de flujo que es operable para introducir el petróleo crudo y el solvente de manera continua en el recipiente de mezcla homogeneizada (40).
- 50 **13.** El aparato según la reivindicación 12, que también comprende uno o más flujómetros para medir el flujo del petróleo crudo y el único solvente, de forma opcional donde el flujo del petróleo crudo y el único solvente se miden mediante el uno o más flujómetros y se controlan mediante el medio de control de flujo para asegurar caudales adecuados del petróleo crudo y el único solvente a medida que se introducen en el recipiente de mezcla homogeneizada (40).

FIG. 1

Técnica anterior

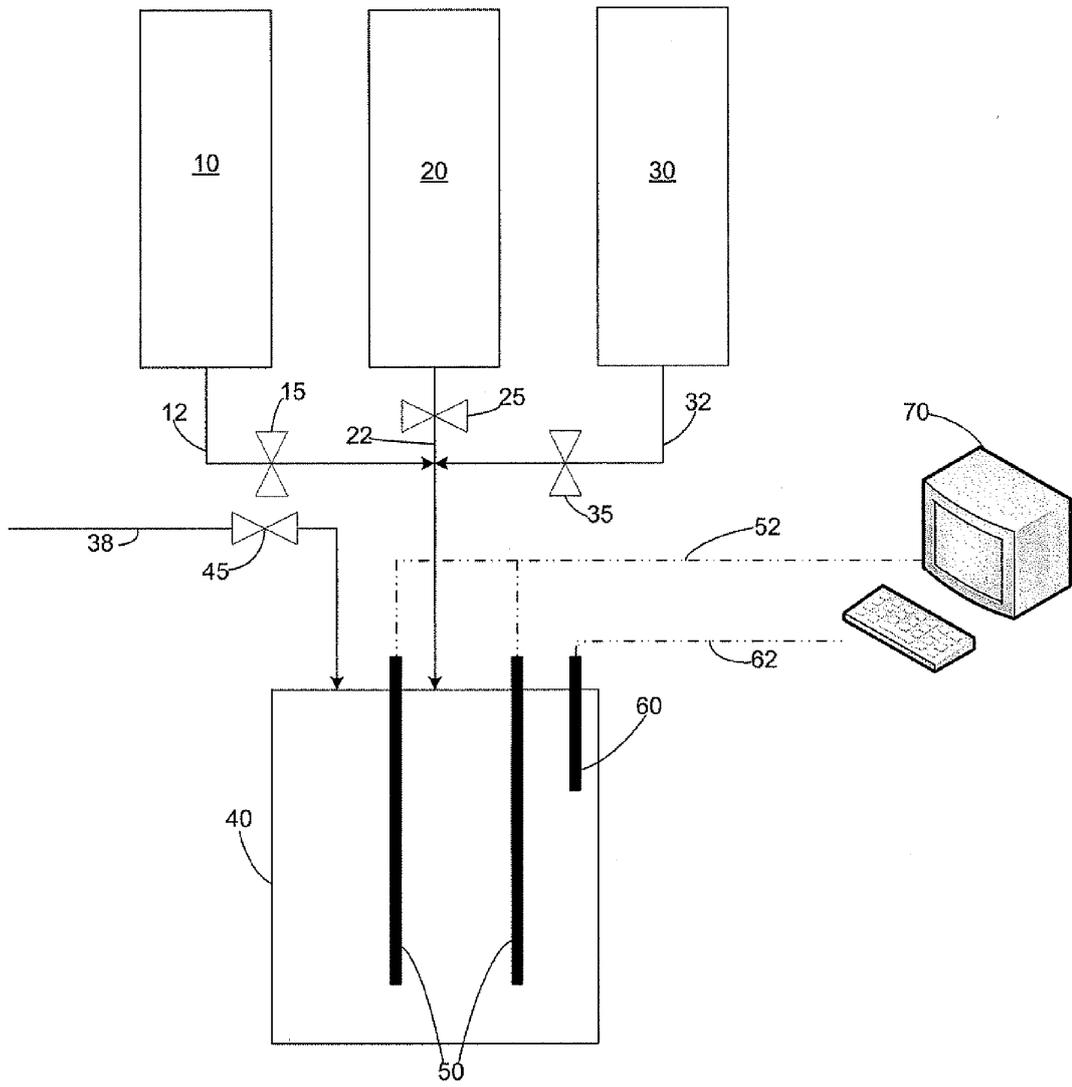


FIG. 2

